Florin Vălu

UTILAJE PENTRU FINISAREA MATERIALELOR TEXTILE

Vol. 2

CUPRINS

PARTEA A TREIA. UTILAJE PENTRU PROCESE TINCTORIALE

16. Hidrodinamica proceselor tinctoriale . . . 12

16.1. Hidrodinamica procesului de vopsire pe aparate . . . 13
16.2. Aparate și instalații pentru vopsit fibre . . . 16
16.2.1. Aparate pentru vopsit fibre cu acțiune discontinuă . . . 16
16.2.2. Instalații moderne pentru vopsire . . . 22
16.2.3. Agregate pentru vopsit fibre cu acțiune continuă . . . 31
16.2.4. Instalații pentru vopsit semifilate de bumbac și de lînă . . . 33
16.3. Instalații pentru vopsirea firelor . . . 38
16.3.1. Instalații în care, în timpul vopsirii, firele sub formă de sculuri sînt mișcate prin soluția staționară . . . 38
16.3.2. Aparate în care soluția circulă prin materialul staționar . . . 43
16.3.3. Aparate în care firele se deplasează în timpul vopsirii prin soluția care circulă . . . 48
16.3.4. Aparate pentru vopsit bobine și suluri de urzeală . . . 50
16.3.4.1. Aparate cu sistem de împachetare . . . 50
16.3.4.2. Aparate pentru vopsit după sistemul prin înfigere, de tip închis . 50
16.3.4.3. Instalația universală I.V.T.I. . . . 53
16.3.4.4. Criterii pentru alegerea sensului de circulație . . . 55
16.3.4.5. Criterii pentru alegerea hidromodulului . . . 56
16.3.4.6. Aparate pentru vopsit suluri de urzeală . . . 57
16.3.4.7. Instalația Sucker pentru vopsirea continuă a firelor de urzeală 58
16.4. Mașini pentru vopsit țesături și tricoturi . . . 59
16.4.1. Mașini discontinue pentru vopsirea materialelor textile în formă de funie 60
16.4.1.1. Mașina cu hașpel . . . 60
16.4.2. Mașini discontinue pentru vopsirea materialelor textile în stare întinsă în lățime . . . 64
16.4.2.1. Jigherul . . . 64
16.4.2.2. Jighere automate . . . 69
16.4.2.3. Jighere speciale . . . 83
16.4.2.4. Mașini de vopsit cu suport în formă de stea . . . 83
16.4.3. Mașini continue pentru vopsit țesături în stare întinsă în lățime . . . 84
16.5. Utilaje pentru vopsirea diverselor forme de materiale textile în bucată . . . 105
16.5.1. Mașini cu tambur . . . 105
16.5.2. Mașini automatizate pentru finisarea ciorapilor . . . 106
16.5.2.1. Mașina Teintofix 760 . . . 106
16.5.2.2. Mașina Colorplast . . . 110
16.5.3. Aparate pentru vopsirea cloșurilor de pălării puternic împîslite . . . 111
16.6. Utilaje pentru vopsirea în strat fluidizat . . . 111
16.7. Utilaje pentru vopsit la temperaturi mai mari de 100°C . . . 117
16.7.1. Instalații pentru vopsit fibre și fire la temperaturi mai mari de 100°C . . 120
16.7.2. Instalația Turbostat pentru vopsit pale din fibre p.n.a. . . . 120
16.7.3. Instalații pentru vopsit țesături, tricoturi și fire pe suluri perforate . . 124
16.8. Instalații de vopsire cu jet . . . 129
16.8.1. Considerații teoretice asupra jeturilor . . . 129
16.8.1.1. Structura jeturilor . . . 130
16.8.1.2. Elementele caracteristice ale jetului . . . 132
16.8.1.3. Elemente de calcul pentru jeturi . . . 133
16.8.2. Tipuri de instalații de vopsire cu jeturi . . . 134

16.8.2.1. Mașini speciale cu hașpel la TI 135
16.8.2.2. Instalații de vopsire cu jet și antrenare mecanică 136
16.8.2.3. Instalații de vopsire cu jet cu spațiu liber de aer 144
16.8.2.4. Instalații de vopsire cu jet, fără spațiu liber de aer 146
16.9. Utilaje pentru vopsirea covoarelor 149
16.9.1. Utilaje cu acțiune discontinuă 149
16.9.2. Utilaje cu acțiune continuă 150
16.10. Instalații pentru finisare din soluții de solvenți organic 154
16.11. Utilaje pentru finisări la hidromodule reduse 160

17. Utilaje pentru imprimare 165

17.1. Utilaje pentru imprimarea cu șabloane 165
17.1.1. Dispozitive mecanizate pentru imprimarea manuală cu șabloane 166
17.1.2. Mașini automatizate de imprimat cu șabloane 169
17.1.2.1. Construcția mașinilor de imprimat cu șabloane plane 169
17.1.2.2. Mașina Zimmer 174
17.1.2.3. Mașina automatizată de imprimat Hydromag 177
17.1.3. Mașini de imprimat cu șabloane de formă cilindrică 180
17.2. Utilaje pentru imprimare cu cilindri gravați 193
17.2.1. Mașini de imprimat cu cilindri cu gravură reliefată 193
17.2.2. Mașini de imprimat cu cilindri cu gravură în adîncime 193
17.2.2.1. Mașina de imprimat cu un cilindru 194
17.2.2.2. Mașini de imprimat cu mai mulți cilindri 196
17.2.2.3. Mașina de imprimat pe ambele părți ale țesăturii 199
17.2.2.4. Mașini de imprimat fără pînză însoțitoare 201
17.2.2.5. Mașini de imprimat cu mai mulți cilindri presori 202
17.3. Utilaje pentru imprimarea covoarelor 206
17.4. Utilaje pentru imprimarea prin transfer 209
17.4.1. Probleme generale 209
17.4.1.1. Procesele de imprimare prin transfer 211
17.4.1.2. Etapele procesului de imprimare prin transfer 211
17.4.1.3. Pregătirea pastelor de imprimat 212
17.4.2. Mașini pentru imprimarea prin transfer 214
17.4.2.1. Calandre pentru imprimare 215
17.4.2.2. Mașina de imprimare cu vacuum 216
17.5. Mașini pentru imprimarea fibrelor, firelor și a ciorapilor 217

PARTEA A PATRA. UTILAJE PENTRU PROCESE ÎN STARE USCATĂ

18. Utilaje pentru aplicarea apretului 218

18.1. Fularde speciale pentru aplicarea apretului 218
18.2. Mașina pentru aplicat apretul cu racdul pe o singură parte a țesăturii 225
18.3. Utilaje pentru dublare, cașerare și electroplușare 226
18.3.1. Utilaje pentru dublare 227
18.3.1.1. Utilaje bazate pe impregnarea pe ambele părți ale materialului, prin fulardare 227
18.3.1.2. Utilaje pentru aplicarea numai pe o parte a materialului plastic . . 227
18.3.1.3. Utilaje bazate pe acțiunea de stropire 228
18.3.1.4. Utilaje pentru dublarea directă pe materialul textil, cu raclu suspendat pe cilindru 228
18.3.1.5. Utilaje pentru dublare cu pulberi 228
18.3.1.6. Dispozitiv de dublare prin orificii 229
18.3.1.7. Dispozitive bazate pe calandrarea cu cilindri încălziți 229
18.3.1.8. Mașina de cașerat Zimmer 230
18.3.2. Utilaje pentru aplicarea spumelor poliuretanice 230
18.3.3. Utilaje pentru obținerea pieilor artificiale 235
18.3.4. Utilaje pentru electroplușare 236

19. Utilaje pentru uscare 237

19.1. Criterii pentru alegerea parametrilor procesului de uscare 237
19.1.1. Analiza pentru temperatură constantă 237

19.1.2. Analiza pentru umiditate relativă constantă 238
19.2. Extinderea domeniului de aplicare a diagramei I-x pentru aerul umed la materiale textile umede 239
19.3. Uscătoare cu suprafețe încălzite (prin contact) 249
19.4. Uscătoare cu aer cald 253
19.4.1. Uscătoare pentru țesături și tricoturi 253
19.4.2. Uscătoare pentru fibre cu acțiune discontinuă 258
19.4.3. Uscătoare pentru fire 260
19.4.4. Uscătoare pentru mănuși, ciorapi, șosete din fibre de bumbac sau mătase și pentru cloșuri de pălării 264
19.4.5. Elemente pentru proiectarea uscătoarelor 265
19.5. Uscătoare cu gaze de ardere 266
19.6. Uscătoare cu abur supraîncălzit 267
19.7. Uscătoare în strat fluidizat 267
19.8. Uscătoare cu radiații infraroșii și în cîmp de înaltă frecvență 268
19.8.1. Uscătoare cu radiații infraroșii 268
19.8.1.1. Surse industriale de radiații infraroșii 268
19.8.1.2. Mecanismul procesului de transfer de masă și de căldură în cîmpuri de radiații infraroșii 273
19.8.1.3. Elemente de proiectare pentru instalațiile cu radiații infraroșii . . 273
19.8.1.4. Variante ale procesului de uscare cu radiații infraroșii 276
19.8.2. Uscătoare în cîmp electric de înaltă frecvență 277
19.8.2.1. Instalații de uscare în cîmp electric de înaltă frecvență 279
19.9. Uscătoare cu întinderea concomitentă a țesăturii 280
19.9.1. Mașini de întins cu roți și curele 280
19.9.2. Mașini de întins egalizat, tip ES— Metalul Roșu 281
19.9.3. Mașina de uscat — întins cu lanțuri 283
19.9.4. Rame de întins — egalizat cu un singur parcurs, fără baterie de încălzire 288
19.10. Mașini de uscat — termofixat 290
19.10.1. Mașina de uscat — termofixat Artos 290
19.10.2. Rame de înaltă productivitate 304
19.10.3. Mașina de uscat—întins Famatex 307
19.10.4. Mașina de uscat, întins și termofixat Krantz 310
19.11. Uscător pentru ciorapi 325
19.11.1. Forme cu secțiune cavitațională 325
19.11.2. Forme cu secțiune plină 326

20. Utilaje pentru finisări fizico-mecanice 328

20.1. Mașini de spart apretul 328
20.2. Mașini de umezit 329
20.2.1. Mașina de umezit cu perii 329
20.2.2. Mașini de umezit prin pulverizare cu aer comprimat 330
20.2.3. Mașini de umezit cu deflectoare 330
21.2.4. Mașini de umezit prin aburire 330
20.3. Calandre pentru călcare 331
20.3.1. Construcția cilindrilor 331
20.3.2. Influența parametrilor procesului de călcare 333
20.3.3. Acționarea calandrelor și reglarea gradului de presare 334
20.3.4. Tipuri de calandre pentru țesături de bumbac 334
20.3.5. Calandre pentru țesături de in 338
20.3.6. Dispozitive pentru detectarea particulelor metalice din țesături 340
20.3.7. Calandre pentru tricoturi 340
20.3.8. Calandre cu pîslă pentru țesături 341
20.4. Mașini pentru călcat țesături de lînă 344
20.5. Utilaje pentru plisare 348
20.6. Mașini pentru afînat, uniformizat și curățit suprafața materialelor textile . . 349
20.6.1. Bazele procesului de scămoșare 349
20.6.2. Mașini de scămoșare 354
20.6.3. Mașini pentru baterea și ridicarea velurului 360
20.6.4. Mașini de ratinat 360
20.6.5. Mașini pentru uniformizarea stratului de fibre de la suprafața materialelor textile 361

20.6.5.1. Bazele procesului de tundere 361
20.6.5.2. Mașini pentru tunderea țesăturilor 366
20.6.5.3. Mașini pentru tunderea pe direcție transversală 370
20.6.5.4. Agregate pentru scămoșare și tundere 370
20.6.6. Mașini pentru curățirea suprafețelor materialelor textile 372
20.6.6.1. Mașini pentru periere și aburire 372
20.6.6.2. Mașini de curățit cu hîrtie abrazivă 375
20.6.6.3. Mașini pentru curățit prin ardere a suprafețelor materialelor textile 375

21. Utilaje pentru materiale textile nețesute 388

21.1. Clasificarea materialelor textile nețesute 388
21.2. Materiile prime pentru nețesute 389
21.3. Materiale de liere 389
21.4. Utilaje pentru consolidarea stratului fibros cu lianți 391
21.4.1. Instalații pentru consolidarea stratului fibros cu ajutorul lianților lichizi 391
21.4.2. Agregate pentru obținerea nețesutelor 395
21.4.3. Procedee bazate pe umflarea fibrelor 398
21.4.4. Procedee cu lianți sub formă de pulberi termoplastice 400
21.4.5. Procedee cu lianți sub formă de fibre termoplastice 400
21.4.6. Procedee cu lianți sub formă de folii sau rețele termoplastice 401
21.4.7. Procedee cu lianți sub formă de fibride 401

22. Utilaje pentru operații finale 404

22.1. Rampa de control 404
22.2. Mașina pentru măsurat și așezat foi de țesătură 406
22.3. Mașina pentru măsurat — dublat 406
22.4. Mașina pentru măsurat — tăiat și dublat 408
22.5. Perfecționări și modernizări pentru utilajele operațiilor finale 408

23. Echipamente speciale pentru modernizarea utilajelor 410

23.1. Dispozitive vibratoare 411
23.2. Instalații bazate pe acțiunea presiunilor joase 411
23.3. Instalații cu strat fluidizat 412
23.4. Echipamente electromagnetice 413
23.5. Echipamente cu cîmp magnetic 415
23.6. Echipamente cu cîmp electrostatic 416
23.6.1. Probleme generale 416
23.6.2. Instalația de vopsire în cîmp electrostatic 417
23.7. Instalații cu ultrasunete 419
23.7.1. Instalații pentru producerea ultrasunetelor 421
23.8. Instalații cu microunde 427
23.8.1. Probleme generale 427
23.8.2. Construcția instalațiilor cu microunde 430
23.9. Instalații de uscare cu cîmp electric de înaltă frecvență 434
23.9.1. Probleme generale 434
23.9.2. Tehnici de uscare cu cîmp electric de înaltă frecvență 438
23.9.3. Echipamente de înaltă frecvență 441
23.10. Echipamente pentru finisarea din medii de spumă 441
23.10.1. Considerații generale asupra spumelor utilizate în procesele de finisare 442
23.10.2. Instalații pentru generarea spumei 443
23.10.2.1. Instalație pentru vopsirea în medii de spumă 444
23.10.2.2. Instalație pentru apretarea din medii de spumă 445
23.11. Instalații cu radiații ultraviolete 447
23.11.1. Probleme generale 447
23.11.2. Caracterizarea radiațiilor ultraviolete 447
23.11.3. Instalații de iradiere cu ultraviolete 449
23.12. Echipamente cu laser 452
23.12.1. Probleme generale 452
23.12.2. Considerații teoretice asupra laserului 452
23.12.2.1. Emisia laser 453

23.12.2.2. Tipuri de rezonatoare 454
23.12.2.3. Proprietăţile emisiei laser 456
23.12.2.4. Tipuri de laseri 457
23.12.2.5. Tehnici de aplicare a fasciculului laser 461
23.13. Echipamente pentru medii de plasmă 464
23.13.1. Consideraţii generale 464
23.13.2. Transferul de masă şi de căldură în medii de plasmă de joasă temperatură 465
23.13.3. Procese dinamice în plasmele de joasă temperatură 467
23.13.4. Consideraţii practice asupra echipamentelor de producerea plasmei 468
23.14. Echipamente pentru tratarea materialelor textile cu avalanşe de electroni 471
23.14.1. Probleme generale 471
23.14.2. Efecte în coroană 472
23.14.2.1. Tehnici de realizare a descărcărilor corona 474
23.14.2.2. Caracterizarea descărcării corona 474
23.14.2.3. Interacţiunea electronilor cu substanţa 477
23.14.2.4. Efecte termice multiple în zona de iradiere 478
23.14.3. Echipamente de iradiere 478
23.14.3.1. Instalaţia de iradiere a firelor 478
23.14.3.2. Instalaţia de iradiere pentru foi de materiale textile 480
23.15. Echipamente pentru aplicarea radiaţiilor gama 482
23.15.1. Acţiunea radiaţiilor gama asupra fibrelor de lînă 482
Bibliografie 484

CONTENTS

THIRD PART. EQUIPMENT FOR TINCTORIAL PROCESSES

16. Tinctorial Processes Hydrodynamics 12

16.1. Hydrodynamics of the Dyeing Process on Different Devices 13
16.2. Devices and Equipments for Fibre Dyeing 16
16.3. Yarn Dyeing Equipments 38
16.4. Machines for Woven and Knitted Fabrics Dyeing 59
16.5. Equipment for Piece — Dyeing 105
16.6. Fluidized Layer Dyeing Equipment 111
16.7. Equipment for Dyeing abave 100°C Temperature 124
16.8. Jet Dyeing Equipment 129
16.9. Carpet Dyeing Equipment 149
16.10. Equipment for Finishing from Organic Solvents 154
16.11. Equipment for Finishing at low Bath Ratio 160

17. Printing Installation 165

17.1. Film Screen Print Equipment 165
17.2. Etched Roller Printing Equipment 193
17.3. Carpet Printing Mechanism 206
17.4. Transfer Printing Equipment 209
17.5. Machines for Printing, fibres, Yarns and Stockings 217

THE FOURTH PART. DRY — PROCESSES MECHANISMS

18. Starch Application Installation 218

18.1. Special Foulards for Starth Application 218
18.2. Starch Application Machines with blade on Side of the Fabric S 225
18.3. Doubling, Convering and Electroflocking Equipment 226

19. Drying Installation 237

19.1. Criteria for choosing Drying Parameters 237
19.2. The Extent of the Applicability Field of the $i - x$ Diagram for Damp Air at Damp Textile materials 239
19.3. Heated Surfaces Dryers 249
19.4. Warm — Air Dryers 253
19.5. Roast gas Dryers 266
19.6. Over Heated Steam Dryers 267
19.7. Fluidizet Layer Dryers 267
19.8. Infra — Red Radiations Dryers and in Higgh Frequency Electric Field . . 268
19.9. Fabrics Simultaneous Tension Dryers 280
19.10 Drying and Thermosetting Machines 290
19.11. Stockings Dryers 325

20. Physico — mechanical Finishing Equipments 328

20.1. Starch Removal Machines 328
20.2. Wetting Machines 329
20.3. Ironing Calenders 331
20.4. Woollen Cloth Ironing Machine 344

20.5. Pleating Equipment 348
20.6. Aeration, Levelling and Cleaming Textile Fibres Surface Machines 349

21. Unwoven Fabrics Equipments 388

21.1. Unwoven Fabrics Classification 388
21.2. Raw materials for Unwoven Fabrics 389
21.3. Binding materials 389
21.4. Equipments for Fibrans Layer 391

22. Equipment for final operations 404

22.1. Fabrics Control Blocks 404
22.2. Fabric Measuring and Deposion Machine 406
22.3. Measuring and Doubling Machine 406
22.4. Measuring, Cutting and Doubling Machine 408
22.5. Equipments for optimizing Final Operations 408

23. Special equipents for devices moderuization 410

23.1. Vibrating devices 411
23.2. Low pressure installations 411
23.3. Fluidized layer Installations 412
23.4. Electromagnetic equipments 413
23.5. Magneticfield equipments 415
23.6. Electrostatic field quipments 416
23.7. Ultrasound Installations 419
23.8. Microwave Instalations 427
23.9. Drying instalations with high frequency electric field 434
23.10. Equipments for foam media finishing 441
23.11. Ultraviolet radiation Installations 447
23.12. Laser Equipments 452
23.13. Plasma media equipments 464
23.14. Equipments for textile Trament with electron beam 471
23.15. Gamma Rays Equipments 482

INHALT

TRIETER TEIL EINRICHTUNG DER FARBPROZESSE

16. Hydrodynamic der Färbprozesse 12

16.1 Hydrodinamik des Färbens mit Apparaten 13
16.2. Gerät und Vorrichtungen zum Faserfärben 16
16.3. Fadenfärbvorrichtungen 38
16.4. Färb maschinen für Gewebe und Strickwaren 59
16.5. Färbevorrichtung für verschiendenste Textilienzelstucke 105
16.6. Färbvorrichtung in verflüssigter Schicht 111
16.7. Färbvorrichtung für Temperaturen über 100°C 124
16.8. Färbevorrichtungen mit Flüssigkeitstrahl 129
16.9. Teppichfärbvorrichtungen 149
16.10. Finish — Anlagen aus Medien Organischer Lösungsmittel 154
16.11. Finish — Gerät mit reduzierten Hydro — modulen 160

17. **Imprimierungsgerät** 165

17.1. Imprimierungsgerät mit Schablonen 165
17.2. Imprimierungsgerät mit gravierten Zylindern 193
17.3. Imprimierungsgerät für Teppich 206
17.4. Imprimierungsgerät durch Übertrogung 209
17.5. Imprimierungsmaschine für Fasern, Garne und Strümpf 217

VIERTER TEIL. ANLAGEN ZUR TROCKENBEHANDLUNG

18. **Stärkeauftrageanlage** 218

18.1. Spezialfoulard zum Auftragen der Stärke 218
18.2. Stärkeauf tragegerät mit Rakel auf Seite des Gewebes 225
18.3. Anlage zum Doppeln, Kaschieren und Elektroplüschieren 226

19. **Trocknungsanlage** 237

19.1. Kriterien zur Auswahl der Trocknungsparameter 237
19.2. Anwendung des $I-x$ Feuchtluft diagrammes auf feuchte Textilien . . . 237
19.3. Trockner mit erwârmtner Oberflähen 249
19.4. Heisslufttrockner 253
19.5. Trockner mit Verbreunungsgasen 266
19.6. Trockner mit überheizten Dampf 267
19.7. Trockner in verflüssigkeiten Schlichten 267
19.8. Trockner mit Infrarotstrahlen und im Hochfrequency Field 268
19.9. Trockner mit gleichzeitigen Ziehen des Gewebes 280
19.10. Thermofixierte Trockner 290
19.11. Strümpfetrockner 325

20. **Anlagen für physisch — mechaniches Finish** 328

20.1. Stärkenbreibmaschine 328
20.2. Befeuchtungsmaschinen 329
20.3. Bügelkalander 331
20.4. Bûgler für Wollgewebe 344
20.5. Plisieranlage 348
20.6. Locker Uniformisierung und Reinigungsmaschinen für die Ober fläche von Textilien 349

21. **Anlage für nichtge webte Textilien** 388

21.1. Einteilung der nichtgewebten Textilien 388
21.2. Rohstoffe für nichtgewebte Textilien 389
21.3. Klebstoffe 389
21.4. Anlagen zur Testigung der Faserschicht mit Klebstoffen 391

22. **Anlagen für Absdelussvorgänge** 404

22.1. Kontrollrampen 404
22.2. Maschine zum Abmessen und Orderen der Einzelteste 406
22.3. Maschine zum Abmessen und Doppeln 406
22.4. Maschine zum Abmessen, Schneiden und Doppeln 408
22.5. Ver besserungen und Modernisierungen an den Anlagen für Abschlusvorgänge 408

23. **Spezialgeräte zur Modernisierung der Anlagen** 410

23.1. Rüttler Schwingungsmaschine 411
23.2. Vorrichtungen auf grund von schwachen Drucken 411
23.3. Vorrichtungen mit verflüssigter Schicht 412
23.4. Elektromagnetische Vorrichtungen 413
23.5. Vorrichtungen mit Magnetfeld 415
23.6. Vorrichtungen mit elecktrostatihen Feld 416
23.7. Vorrichtungen mit Ultrashall 419
23.8. Vorrichtungen mit Mikrowellen 427
23.9. Trockenanlagen mit Hochfrequenzfeld 434
23.10. Vorrichtungen zum Finish im Schaum 441
23.11. Vorrichtung mit Ultraviatstrahlen 447
23.12. Vorrichtungen mit Laserstrahlen 452
23.13. Vorrichtungen für Plasmamedien 464
23.14. Vorrichtungen zur Beschiessen von Textilien mit Elektroner 471
23.15. Vorrichtungen für Gammastrahlen 482

Utilaje pentru procese tinctoriale

16. HIDRODINAMICA PROCESELOR TINCTORIALE

În comparaţie cu toate celelalte procese de finisare, procesul de vopsire se caracterizează printr-o mare varietate de aparate, instalaţii, maşini şi agregate, consecinţă a multiplelor forme de prezentare a produselor textile (fibre, semifilate-pale, fire — sub diverse forme — ţesături, cloşuri de pălării, ciorapi, mănuşi, bascuri, covoare, neţesute, pluşuri, blănuri) pe de o parte, cît şi a diferitelor tipuri de fibre şi a amestecurilor acestora, în cele mai variate proporţii, la care în ultimul timp se cumulează şi fibrele sintetice voluminoase şi cele cu structură modificată.

Această varietate se explică şi prin faptul că, în general, utilajul pentru vopsit poate fi folosit şi pentru alte procese de finisare, în special pentru spălare, tratamente chimice, albire, mercerizare, apretare şi uscare.

Aparatele de vopsit, încadrate în grupa recipienţilor sub presiune, sînt conexate întotdeauna la un sistem de transfer al soluţiei (de regulă pompe de circulaţie şi mai rar agitatoare).

O delimitare, sub aspectul constructiv şi funcţional, se impune de la început, denumirea de aparat fiind consacrată pentru procesele în care soluţia — încălzită de un echipament intern — printr-un sistem de transfer, este vehiculată peste materialul textil staţionar sau în unele cazuri şi acesta este în mişcare.

Instalaţia de vopsire cuprinde, pe lîngă sistemul de transfer al soluţie prin aparate şi un sistem de transfer de căldură, de obicei extern, pompa avînd rolul de a recicla soluţia prin sistemul de încălzire extern şi prin aparat.

Aparatele şi instalaţiile sînt destinate pentru vopsirea materialelor textile sub formă de fibre, fire, pale şi bucăţi (ciorapi, mănuşi, bascuri, cloşuri de pălării) mai puţin pentru ţesături şi tricoturi, cu excepţia aparatelor de vopsit la temperaturi înalte.

Variantele mixte de lucru se caracterizează prin deplasarea şi a materialului textil şi a soluţiei, reprezentînd etape intermediare în evoluţia lor constructivă, destinate în general pentru cantităţi mici de materiale textile, indiferent de forma de prezentare sau natura fibrei.

Maşinile se caracterizează prin acţionarea mecanică, electrică sau hidraulică a organelor active de lucru, care antrenează ţesăturile şi tricoturile — mai rar palele şi firele — prin soluţia de vopsit, de cele mai multe

ori staționară, exceptînd vopsirea cu jeturi de soluție, în care și materialul și soluția sînt vehiculate.

Denumirea de utilaj este mai generală, cuprinzînd toate echipamentele de vopsire, adică, aparatele, instalațiile și mașinile cu toate conexiunile lor.

În cadrul fiecărei categorii de utilaj se întîlnesc și construcții particulare, specifice sectorului de pasmanterie, blănuri artificiale, nețesute, covoare, produse peliculizate, cașerate. În multe cazuri se grupează utilajul pe tipuri de fibre, după forma lor de prezentare, tratîndu-se împreună aparatele cu instalațiile de vopsire.

Agregatele cuprind în structura lor unități formate din mașini, instalații și aparate.

16.1. HIDRODINAMICA PROCESULUI DE VOPSIRE PE APARATE

Procesul de vopsire a materialelor textile se realizează în mașini și aparate corespunzătoare diverselor forme pe care le au aceste materiale, prin mișcarea fie a materialului textil, fie a soluțiilor de vopsit, sau prin mișcarea și a materialului și a soluțiilor.

Pentru obținerea unei nuanțe uniforme în întreaga masă de material, indiferent de forma lui, este necesară o circulație intensă a materialului sau a soluției, deoarece la suprafața materialului se formează un strat limită rezistent la difuziunea colorantului în fibră. O mișcare energică, realizată pe orice cale externă (mecanică, sonică), modifică, micșorează sau distruge, în funcție de condițiile hidrodinamice, stratul limită datorită efectului de turbulență, crescînd astfel accesibilitatea colorantului spre interiorul fibrei. Toate investigațiile, în ceea ce privește forma utilajului și modul de mișcare, fie numai al soluției sau numai al materialului, pornesc de la necesitatea micșorării sau distrugerii acestui strat limită prin fenomenul de turbulență, care are ca urmare reducerea duratei de vopsire, o mai bună pătrundere a colorantului în fibră și o creștere a randamentului de colorant în fibră.

Ținînd seama că procesul de vopsire constă în mișcarea materialului prin soluție sau a soluției prin material, rezultă că, procesul se desfășoară sub permanenta modificare a factorilor hidrodinamici. Din punct de vedere hidraulic, indiferent de mișcarea materialului, a soluției și a materialului, condițiile de curgere a soluției prin material rămîn în domeniul laminar. Caracterul laminar al curgerii, cu mici modificări, rămîne valabil pentru diferitele forme principale de prezentare ale materialelor textile (fibre, fire, țesături).

În funcție de condițiile mișcării, factorii hidrodinamici se schimbă corespunzător, de la regim turbulent în soluție, pînă la exteriorul materialului, spre regim laminar, prin material. Deci, regimul intermediar de curgere ar corespunde, în acest caz, stratului limită de colorant ce se formează la suprafața exterioară a materialului textil. Dacă regimul turbulent din soluție depinde de condițiile de agitare, cel intermediar depinde de natura colorantului, de temperatură, electroliți etc., care modifică nu

numai forma asociată a coloranţilor, dar şi constantele fizice ale soluţiei. Aceşti factori influenţează şi regimul laminar din material.

Mişcarea soluţiei de vopsit prin materialul textil, prin porii acestuia, se supune legii curgerii lichidelor prin canale capilare (fig. 266).

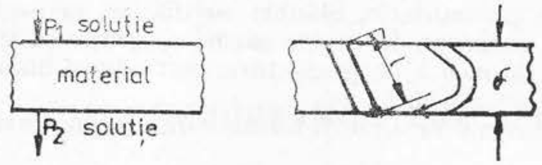


Fig. 266. Schema transferului soluţiei prin stratul de material textil.

Plecînd de la ecuaţia Darcy-Weisbach :

$$p_1 - p_2 = \lambda \frac{l}{d} \rho \frac{v^2}{2},$$

în care :

p_1 şi p_2 sînt presiunile la interfaţa soluţie — material şi la interfaţa material — soluţie ;

λ — coeficientul de frecare a soluţiei faţă de material ;

l — lungimea canalului ;

ρ — densitatea soluţiei ;

v — viteza de curgere ;

şi ţinînd seama că, pentru regimul laminar $\lambda = \frac{64}{R_e}$, ecuaţia anterioară se modifică astfel :

$$p_1 - p_2 = \frac{64}{R_e} \frac{l}{d} \frac{\rho v^2}{2} = 32 \frac{l}{d^2} \mu v,$$

din care se determină viteza de curgere :

$$v = \frac{p_1 - p_2}{32\mu} \frac{d^2}{l}.$$

Dacă debitul unui canal este :

$$V_s = \frac{\pi d^2}{4} v = \frac{\pi d^2}{4} \frac{p_1 - p_2}{32\mu} \frac{d^2}{l} = \frac{\pi d^4}{128} \frac{p_1 - p_2}{\mu l}$$

şi, dacă se consideră că, transferul soluţiei prin material are loc printr-un număr mare de asemenea canale, de exemplu, n, a căror lungime reală este de $l = \varphi\,\delta$, unde : φ este coeficient ce ţine seama de abaterea capilarelor de la forma unui cilindru drept (canalele fiind înclinate sau avînd diferite curburi, deci $\varphi > 1$) şi δ — grosimea materialului, atunci debitul total de

soluție pentru cele, n, canale va fi :

$$V_s = n \frac{\pi d^4}{128} \frac{p_1 - p_2}{\varphi \mu \delta}.$$

Mișcarea soluției prin canalele stratului concentrat de colorant, la suprafața fibrei, este însă mai complexă, datorită fenomenelor secundare din acest strat cît și a comportării diferite de deformare, sub acțiunea presiunii, ca, de exemplu, compresibilitatea, asocierea etc.

Prin urmare, vopsirile pătrunse depind de rezistențele mecanice opuse în curgerea laminară prin stratul de material și prin stratul concentrat de colorant de la suprafața fibrei, care reprezintă treptele determinante ale procesului de vopsire. Aceste rezistențe parțiale, depind de diametrul canalelor, de numărul lor, și se pot stabili pe cale teoretică, din ecuația debitului de mai înainte. Dacă se notează cu $\sigma = \frac{128\,\varphi}{n\,\pi\,d^4}$ rezistența specifică a stratului de material, și, în mod similar pentru stratul de colorant de la suprafața materialului cu : $\sigma' = \frac{128\varphi'}{n'\pi d'^4}$, ecuația teoretică totală a debitului de soluție se poate scrie pentru material și stratul limită astfel :

$$V_s = \frac{p_1 - p_2}{\mu\,\sigma\,\delta} \text{ și } V'_s = \frac{p'_1 - p'_2}{\mu'\sigma'\delta'},$$

pentru anumită temperatură.
În alte condiții de temperatură, se modifică constantele fizice și deci și valoarea debitului.

Din aceste relații se pot determina : valoarea rezistențelor specifice, în funcție de debitul de soluție ce trece prin material și prin stratul concentrat, deci de condițiile de intensificare ; grosimea optimă a stratului de material pentru obținerea unei repartiții uniforme a colorantului în material :

$$\sigma = \frac{p_1 - p_2}{\mu V_s \delta} \text{ și } \sigma' = \frac{p'_1 - p'_2}{\mu' V'_s \delta'} \text{ sau } \delta = \frac{p_1 - p_2}{\mu\,\sigma\,V_s} = \frac{\Delta p_{mat}}{\mu V_s}.$$

Printr-o alegere optimă a grosimii stratului de material se asigură o funcționare uniformă a instalației, fără șocuri. Din cîteva determinări experimentale, pentru același debit V_s, se poate stabili grosimea minimă :

$$\delta = \frac{\Delta p_{mat}}{\mu V_s}$$

și sub aspectul energetic, adică la cea mai mică valoare a lui Δp_{mat}, în care : Δp_{mat} este pierderea de presiune prin material.

16.2. APARATE ŞI INSTALAŢII PENTRU VOPSIT FIBRE

16.2.1. Aparatele pentru vopsit fibre cu acţiune discontinuă

Aceste aparate sînt construite pe principiul împachetării fibrelor şi a circulaţiei soluţiei în ambele sensuri, prin pachete. Forma cilindrică de împachetare, sub aspectul circulaţiei uniforme, oferă cea mai bună garanţie, deoarece la aparatele de formă cilindrică, spre deosebire de aparatele de formă paralelipipedică, se evită total schimbarea poziţiei materialului la schimbarea sensului de circulaţie a soluţiei, ca urmare a unei presări uniforme a materialului în timpul împachetării.

Deoarece fibrele celulozice, prin umezire, formează blocuri periculoase în aparatele de formă paralelipipedică, se recomandă forma cilindrică pentru aceste fibre, cît şi pentru cele sintetice, iar forma paralelipipedică numai pentru fibrele de lînă.

În lipsa datelor experimentale, pentru stabilirea grosimei optime a materialului, Δp_{mat}, se poate calcula cu ajutorul relaţiei :

$$\Delta p_{mat} = c\, v^{x},$$

în care :

c este o constantă ce caracterizează fibra textilă ($c = 0{,}3$) ;

v — viteza de curgere prin material ($v = 0{,}5 - 3$ m/s) ;

x — constantă ce înglobează toate valorile constantelor fizico—chimice ale soluţiei ($x \cong 1{,}28$).

Aparatele cu acţiune discontinuă de formă cilindrică sînt prevăzute cu coşuri de împachetare de formă cilindrică pentru materiale textile — prin care este circulată soluţia cu ajutorul unei pompe şi a unui ventil cu mai multe căi, în mod alternativ, în două sensuri (interior-exterior, exterior-interior sau de sus în jos, respectiv de jos în sus).

O instalaţie de vopsit cu acţiune discontinuă este formată din : aparatul pentru vopsit cu coşuri de împachetare, rezervoare pentru soluţia proaspătă şi pentru soluţia epuizată, pompă pentru circulaţie, centrifuge pentru stoarcere.

Aparatul pentru vopsit este un cilindru de oţel, prevăzut cu ştuţuri pentru circulaţia soluţiei în ambele sensuri. În el se introduc unul sau mai multe coşuri de împachetare (fig. 267, *a* şi *b*). Etanşarea între partea inferioară a aparatului şi coş se realizează prin formele conice ale coşului

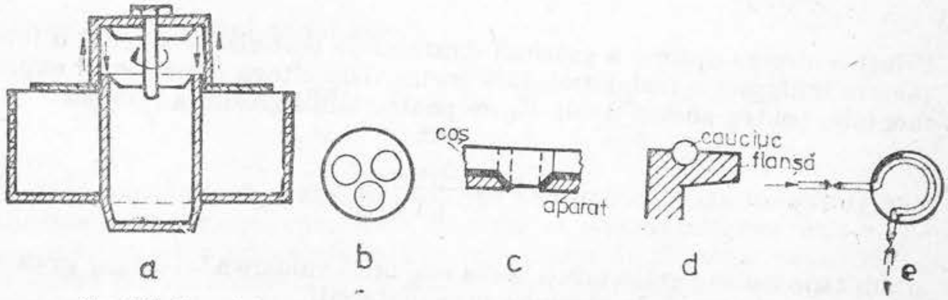


Fig. 267. Coşuri de împachetare : sisteme de etanşare ; sisteme de încălzire.

și aparatului (fig. 267, *c*). Flanșa de la partea superioară a aparatului este prevăzută cu un sistem de etanșare pneumatic, format dintr-un tub de cauciuc situat sub nivelul flanșei, prin care, după închiderea capacului, se trimite aer comprimat (fig. 267, *d*).

Dimensiunile aparatului se aleg corespunzător dimensiunilor coșului de împachetare, iar ale acestuia funcție de dimensiunile normale ale centrifugei. Pentru proiectare se pornește deci de la un H/D pentru centrifugă, la care se fac majorările pentru coș și pentru aparat.

Pentru încălzirea soluției în timpul vopsirii, la partea inferioară se află montată o serpentină pentru abur indirect (fig. 267, *e*), așezată pe unul sau mai multe rînduri.

Cei doi pereți perforați ai coșului de împachetare sînt așezați concentric, la o distanță ce corespunde grosimii stratului de material:

$$\delta = \frac{\Delta p_{mat}}{\mu V_s}.$$

Pentru centrifugă, în funcție de factorul de separare al fazei lichide de faza solidă, care determină durata centrifugării:

$$f = \frac{v^2}{Rg} = \frac{\omega^2 R}{g},$$

în care: v este viteza periferică;
R — raza coșului (se alege raza, respectiv diametrul exterior al coșului, și apoi, pe baza grosimii stratului de material, se determină diametrul interior al coșului).

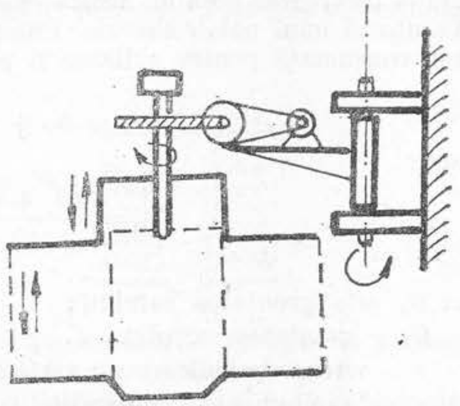


Fig. 268. Dispozitive de presare.

Încărcarea coșului se efectuează cu dispozitive speciale de împachetare și presare (fig. 268) care asigură o încărcare uniformă. Coșul este introdus într-un locaș corespunzător, situat sub planșeu. După încărcare cu material în vederea presării, se așază placa superioară și apoi se cuplează sistemul mecanic de presare, care în timpul încărcării poate fi deplasat

2 — c. 221

lateral. Sistemul de presare, situat pe o consolă, poate fi adus sau îndepărtat prin rotirea sa în jurul unui ax vertical fixat prin ancorare în perete. Motorul său electric antrenează un șurub melc, angrenat cu o roată melcată situată pe axul șurubului, ce deplasează placa superioară de presare. După terminarea presării, coșul se acoperă cu un capac, care este strîns aderent de material, astfel ca blocul de material să fie imobilizat în timpul schimbării sensului de circulație a soluției.

Puterea motorului se calculează în funcție de forța de presare F și de gradul de presare corespunzător distanței de deplasare, h, a plăcii de presare, adică plecînd de la lucrul mecanic $L = F\,h$, care trebuie realizat prin intermediul transmisiei de la motor. Ținînd seama de raportul de transmisie și de randamentul acestuia, lucrul mecanic, L, trebuie asigurat de un moment de transmisie :

$$M_t\,\eta_t i_t = F'R,$$

unde : R este raza roții melcate ;

F' — forța la periferia roții, adică : $F'h = M_t \eta_t i_t$,

și deci :

$$M_t = \frac{F'h}{\eta_t i_t} = 71\,620\,\frac{N}{n},$$

deci :

$$N = \frac{F'hn}{71\,620\,\eta_t i_t}$$

După încărcarea coșului, acesta este transportat în aparatul de vopsit cu ajutorul unui palan electric. Puterea necesară este determinată de puterea consumată pentru ridicare și pentru transportul pe orizontală :

$$N_t = N_r + N_{tr},$$

în care :

$$N_r = \frac{(G_s + G_c)\,v}{102\,\eta_{tr}},$$

unde : G_s este greutatea sarcinii ;

G_c — greutatea coșului ;

v — viteza de ridicare pe verticală ;

η_{tr} — randamentul transmisiei.

Greutatea sarcinii se calculează în funcție de gradul de presare și de volumul dintre cei doi cilindri, destinat pentru încărcare :

$$G_s = \frac{\pi}{4}\,(D^2 - d^2)\,H\,\gamma,$$

unde: D este diametrul interior al coșului exterior;
d — diametrul exterior al coșului interior;
H — înălțimea coșului;
γ — densitatea materialului după presare.

Relația se corectează în funcție de gradul de presare dat prin raportul H/h', în care h' este înălțimea stratului de material presat. Pentru un $H/h' = 3$, adică o diminuare a înălțimii cu o treime, rezultă:

$$G_s = \frac{3}{4}\pi\gamma(D^2 - d^2)\,h.$$

Greutatea coșului se stabilește în funcție de grosimea pereților plini și de armături.

Pentru transportul pe orizontală

$$N_{tr} = \frac{(G_s + G_c)\,l}{102\,\eta_{tr}\,\tau},$$

în care: l este distanța pe care se efectuează transportul de la încărcare, la aparatul de vopsit;
τ — durata transportului, în s.

După vopsire și spălare, coșul cu material se introduce în cămașa centrifugei, fără să aibă loc transbordarea materialului, astfel încît un aparat, respectiv o centrifugă sînt deservite de mai multe coșuri.

Întrucît materialul vopsit, spălat și centrifugat, prezintă dificultăți la descărcarea din coșul de împachetare, datorită compactității mari, mai ales după centrifugare, coșul este prevăzut cu un sistem de descărcare, alcătuit dintr-o placă — suspendată de lanțurile ancorate la un suport comun prins de cîrligul unui palan (fig. 269). Placa se așază la partea inferioară în coroana dintre cei doi cilindri perforați și susține materialul care se încarcă.

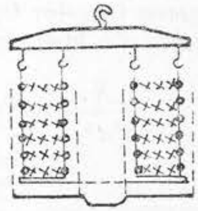


Fig. 269. Dispozitive de descărcare.

Elemente de proiectare. Pentru proiectare, în funcție de productivitate, se alege tipul de aparat cu unul sau mai multe coșuri;

— se calculează geometric dimensiunile aparatului, în funcție de factorul de separare al centrifugei și apoi, de raportul H/D al centrifugei, în funcție de grosimea stratului de material și de înălțimea centrifugei de stors. De asemenea, dimensiunile rezervoarelor pentru soluția proaspătă și pentru soluția epuizată în funcție de hidromodul;

— se calculează suprafața necesară serpentinei de încălzire pe baza bilanțului termic al instalației;

— se calculează puterea pompei centrifuge, pe baza pierderilor de presiune prin material şi a pierderilor de presiune curente; de asemenea, puterea centrifugei de stors, a dispozitivelor auxiliare (de înpachetare, descărcare, transportoare).

Aparatele cu acţiune discontinuă de formă paralelipipedică au în locul coşului de formă cilindrică două plăci perforate, una superioară şi alta inferioară, între care se incarcă materialul (fig. 270). Cele două plăci perforate sînt aşezate în compartimentul mare al căzii de vopsit. Circulaţia soluţiei de vopsit are loc pe verticală.

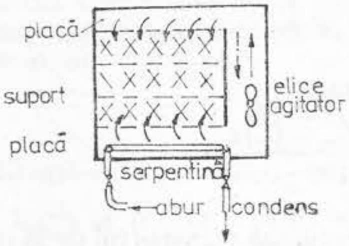


Fig. 270. Aparat de vopsit de formă paralelipipedică.

Datorită elasticităţii fibrei de lînă, pentru circulaţia soluţiei prin stratul de material este suficient un agitator cu elice. De altfel, aceasta este deosebirea esenţială între aparatele de vopsit fibre de lînă şi cele pentru vopsit fibre celulozice, care folosesc pompe.

Puterea consumată pentru circulaţia soluţiei se calculează ţinînd seama de lucrul mecanic necesar învingerii forţelor de inerţie ale lichidului pentru a-l scoate din starea de repaos; pentru învingerea forţelor de frecare a lichidului şi pentru învingerea rezistenţei stratului de material adică:

$$N_t = N_i + N_f + N_{r.mat}.$$

Pentru învingerea forţelor de frecare, se porneşte de la ecuaţia generalizată a consumului de energie pentru agitare:

$$\frac{N}{d^5 n^3 \rho} = f\left(\frac{nd^2 \rho}{\mu}\right) = f(Re_{ag}),$$

în care:

$$\frac{N}{d^5 n^3 \rho} = E_{u_{ag}}$$

reprezintă criteriul de similitudine hidrodinamică a lui Euller. Ecuaţia mai poate fi scrisă şi astfel:

$$\frac{N}{d^5 n^3 \rho} = \frac{C}{Re_{ag}^m},$$

în care: C şi m sînt constante stabilite pe cale experimentală.

Pentru învingerea rezistenței opusă de stratul de material, se aplică relația :

$$\Delta p = cv^x,$$

cu care se calculează puterea :

$$N = \frac{V_s \Delta_p}{102\ \eta}.$$

Debitul V_s se calculează ținînd sema de cantitatea de material încărcată în aparat, de hidromodul și de datele constructive ale aparatului ; compartimentul mic vertical reprezintă 1/3 din compartimentul mare, în care se încarcă materialul, iar compartimentul mic — pentru sistemul de încălzire — de sub placa perforată, reprezintă 1/2 din compartimentul mic vertical.

În timpul funcționării agitatorului, compartimentul respectiv este asimilat unui canal de refulare și deci, în funcție de secțiunea lui și de turația agitatorului, se calculează debitul necesar în calculul puterii $V_s = Av$, în care : A este suprafața secțiunii canalului vertical sau orizontal.

Aparatele de formă cilindrică pentru vopsirea fibrelor de lînă, principial, mențin aceeași construcție a sistemului de împachetare ca și aparatele destinate vopsirii fibrelor celulozice (fig. 271), însă pereții cilindrilor concentrici sînt plini, circulația soluției avînd loc pe verticală, ca și în cazul aparatelor de formă paralelipipedică.

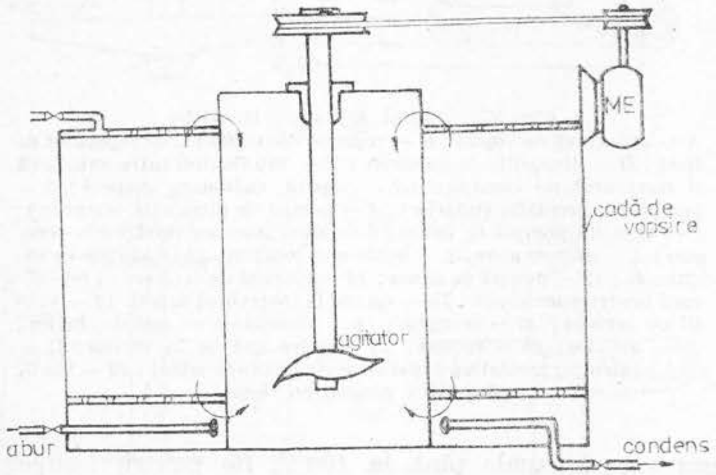


Fig. 271. Aparat de vopsit de formă cilindrică.

Pentru proiectare, în funcție de productivitate se alege capacitatea aparatului și apoi dimensiunile geometrice.

Pentru ambele forme de aparate se ține seama ca grosimea stratului de material să fie cît mai mică, prin urmare aparatele se vor caracteriza

prin înălţimea mică, respectiv diametrul foarte mare, întrucît direcţia de circulaţie este pe verticală.

16.2.2. Instalaţii moderne pentru vopsire

Instalaţia Duo-Bloc (fig. 272). Această instalaţie de construcţie românească — (Întreprinderea Metalul Roşu — Cluj-Napoca) se caracterizează printr-un domeniu larg de utilizare, atît ca interval de temperatură cît şi ca destinaţie, şi anume : procesul de vopsire poate fi condus fie-

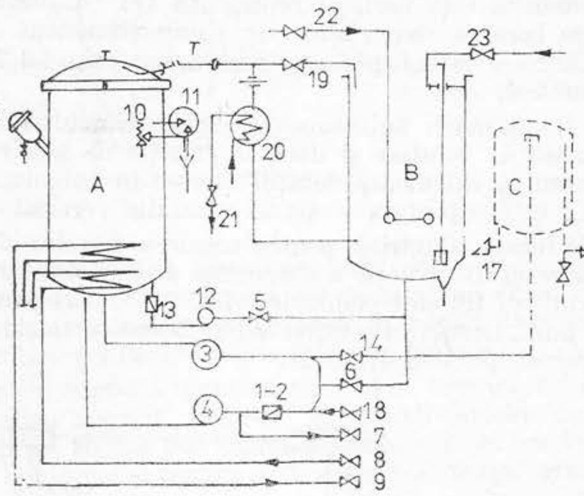


Fig. 272. Aparat de vopsit Duo-Bloc :
A — autoclavă de vopsit ; *B* — rezervor de adaus ; *C* — separator de flotă ; *D* — dispozitiv de mostrare ; *T* — tub flexibil între autoclavă şi rezervorul de admisie ; *1,2* — clapetă, antrenare clapetă ; *3* — pompă de circulaţie (interior) ; *4* — pompă de circulaţie (exterior) ; *5* — ventilul pompei de adaus ; *6* — alimentare cu flotă ; *7* — scurgere ; *8* — intrare abur ; *9* — ieşire apă rece ; *10, 11* — ventile de siguranţă ; *12* — pompă de adaus ; *13* — clapetă de reţinere ; *14* — racord pentru vacuumare ; *15* — racord la rezervorul de vid. *16* — ventil de aerisire ; *17* — scurgere ; *18* — alimentare cu apă de clatire ; *19* — aerisire ; *20* — răcitor ; *21* — ieşire apă de la răcitor ; *22* — abur pentru preîncălzirea flotei în recipientul de adaus ; *23* — ventil apă pentru pregătirea flotei.

pentru temperaturi uzuale pînă la 100°C, fie pentru temperaturi mai mari de 100°C (pînă la 140°C) cu ajutorul unui programator de procese ; forma de prezentare a materialelor textile poate fi : fibre în pale (fig. 273, *a*) fire pe bobine conice sau cilindrice (fig. 273, *b*), suluri de urzeală (fig. 273, *c*, *d*), instalaţia fiind echipată cu mai multe conteinere — specifice fiecărei forme de material textil — indiferent de natura fibrei — bumbac sau amestec cu fibre sintetice, lînă sau amestec cu fibre sintetice, fibre sintetice.

Universalitatea ei funcțională permite și efectuarea operațiilor de pregătire — tratamente preliminare — respectiv operații ca : spălare, albire, fixare, tratare, stoarcere (vacuumare).

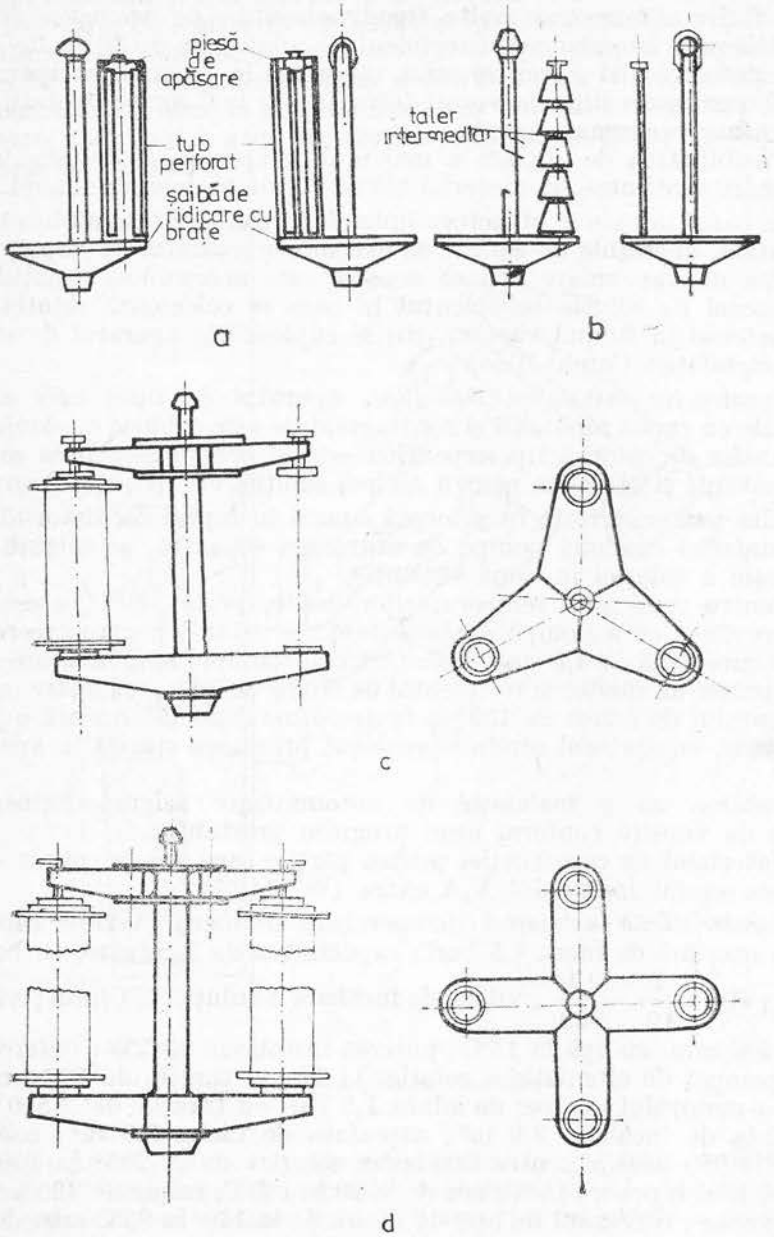


Fig. 273. Conteinere :
a — pentru pale lungi și scurte ; *b* — pentru fire pe bobine conice și cilindrice ; *c*, *d* — pentru suluri de urzeală.

În cazul liniilor de vopsire de mare capacitate, aceste operații se pot executa pe alte instalații, de exemlu Combi-Bloc — tot de construcție Metalul Roșu.

În funcție de capacitatea de producție a întreprinderii, instalația poate fi livrată în mai multe tipodimensiuni. de asemenea, instalația poate lucra și singular și cu recipient de adaus, fie de 30%, fie de 100% (capacitatea în litri a recipientului, raportată la capacitatea aparatului de vopsit) sau într-o linie de vopsit formată din mai multe operații de vopsit, tratat, vacuumat, uscat;

Posibilitatea de cuplare a mai multor aparate de vopsit, în scopul de a mări cantitatea de material textil vopsit în aceeași nuanță.

În cazul în care în structura liniei de vopsit — uscat nu intră aparate de tratare, operațiile de tratare se execută în aparatul de vopsit, inclusiv operația de vacuumare — dacă aceasta este necesară — situație în care separatorul de soluție (recipientul în care se colectează soluția extrasă din material în timpul vacuumării) se cuplează la aparatul de vopsit, în locul instalației Combi-Bloc.

Construcția instalației Duo-Bloc. Aparatul de tipul unei autoclave verticale cu capac rabatabil și contragreutate este echipat cu două sisteme de transfer de căldură tip serpentină — unul pentru încălzirea soluției cu abur saturat și al doilea pentru răcirea soluției cu apă, după vopsire.

Altă particularitate funcțională constă în faptul că, datorită echipării instalației cu două pompe cu antrenare separată, se asigură o bună circulație a soluției în două sensuri.

Pentru realizarea temperaturilor înalte, peste 100°C, aparatul mai este prevăzut cu o pompă suplimentară (de adaus) pentru creerea presiunii statice pînă la 4,5 daN/cm². Circuitul pompei suplimentare se realizează printr-un răcitor și recipientul de adaus de 30%, respectiv în bazinul recipientului de adaus de 100%, în acest caz fiind intercalată o placă cu diafragmă, cu ajutorul căreia se reglează presiunea statică în aparatul de vopsit.

Dotarea cu o instalație de automatizare asigură obținerea unui proces de vopsire conform unui program prestabilit.

Materialul de construcție, pentru părțile care vin în cotact cu soluția, este oțelul inoxidabil V_4A extra (W. 14 571).

Carateristicile instalației: temperatura de lucru maximă 140°C; presiunea maximă de lucru 4,5 bari; capacitatea de încărcare, cu bobine de 0,7 kg; Hm: $\frac{1}{12} - \frac{1}{20}$; viteza de încălzire a soluției 2°C/min; viteza de răcire 2°C/min, cu apă la 15°C; puterea instalației 25 kW; puterea motorului pompei de circulație a soluției 11 kW și turația de 1 500 rot/min; puterea motorului pompei de adaus 1,5 kW cu turația de 2 840 rot/min suprafața de încălzire 3,9 m²; suprafața de răcire 3,9 m²; consum de abur 375 000 kcal/h pentru încălzirea soluției de la 20°C la 100°C și de 500 000 kcal/h pentru încălzirea de la 20 la 140°C, respectiv 400 kg abur și 600 kg abur; consumul de apă de răcire de la 140 la 80°C este de 6 m³; consumul de apă pentru vopsire de 32 m³; capacul aparatului se etanșează cu garnitură de cauciuc sub acțiunea presiunii din interiorul lui; dispozitiv de mostrare (probe) pentru o bobină (fig. 274).

În comanda automată de reglare a temperaturii este prevăzut un programator pneumatic de temperatură.

Sistemul de comandă automată a temperaturii (fig. 275) este format din : programatorul pneumatic de temperatură — cîte un aparat de reglare cu indicare, cu sesizor la distanță ; grupul de comandă prin ventile, pentru alimentarea cu aer la presiunea de 6 atm, prin intermediul unui electroventil ; reductorul de presiune și filtrul de aer — după care presiunea coboară la 1,4 atm, la programator și la ventilul cu reglare pneumatică, pentru abur la 1,4 atm, iar pentru ventilul de reglare pneumatică pentru apă la 1,8 atm.

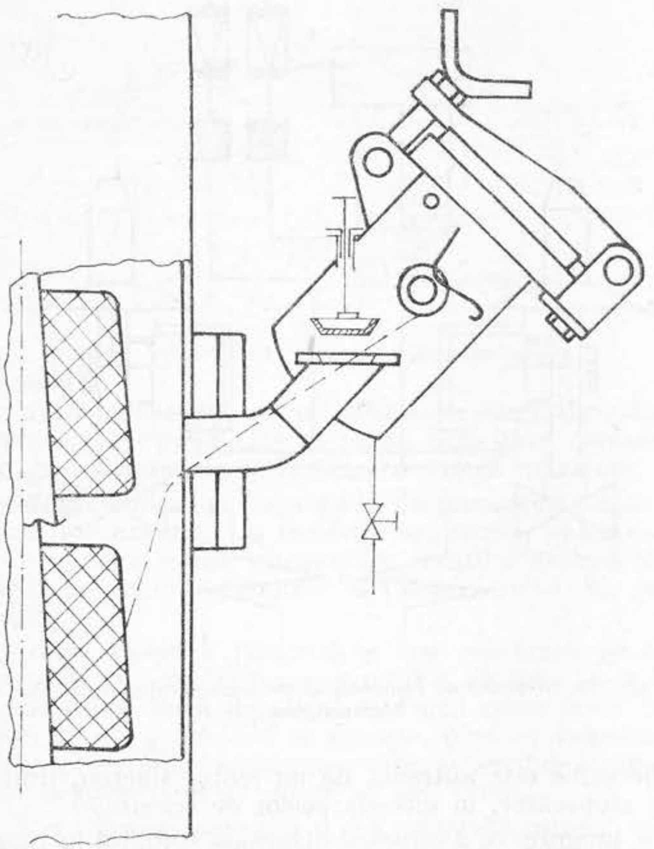


Fig. 274. Dispozitiv de mostrare.

Programatorul emite semnale pneumatice cu presiune variind între 0,2 și 1 atm. Poziționerele pneumatice acționează astfel : cel pentru apă numai la semnalele cu valoarea 0,2...0,6 atm, iar cel pentru abur la semnale între 0,6 și 1 atm. Astfel, în funcție de programul stabilit pe cama corespunzătoare autoclavei, se încălzește sau se răcește soluția din autoclavă, prin intermediul serpentinelor de încălzire sau de răcire.

Programatorul este prevăzut cu mai multe came, care se pot utiliza după cum urmează : şaiba program — pentru programarea temperaturii ; prima şaibă de comandă pentru funcţionarea uneia sau a ambelor pompe ; a doua şaibă de comandă pentru schimbarea sensului de circulaţie a pompelor, exterior-interior sau interior — exterior; a treia şaibă de comandă pentru finele programului.

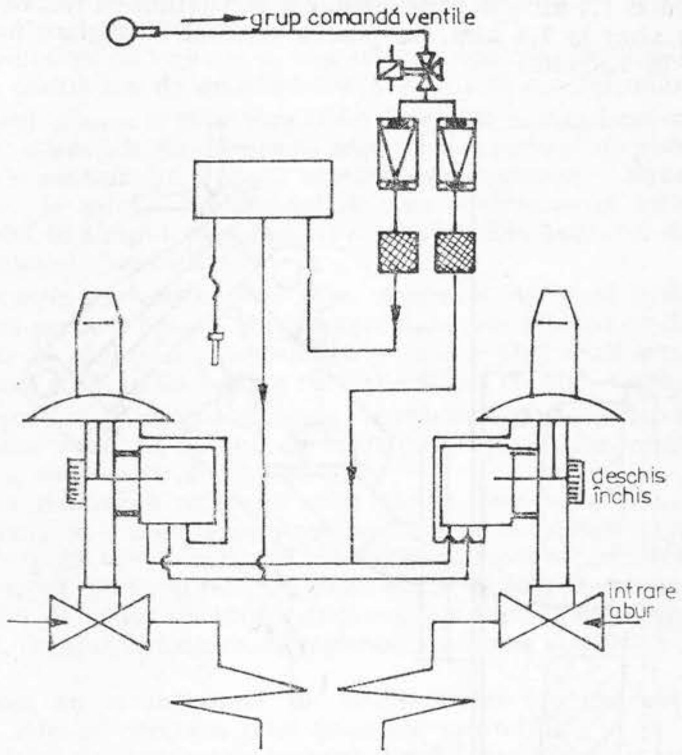


Fig. 275. Sistemul de comandă al programatorului pneumatic de temperatură.

Setul de şaibe este antrenat de un motor sincron, prin intermediul unui cuplaj alunecător, în direcţia acelor de ceasornic.

Pe şaiba program se decupează diagrama stabilită în funcţie de necesităţile tehnologice. Pe circumferinţa diafragmei decupate se sprijină o pîrghie cu rolă, care este legată de indicatorul valorii de temperatură prescrisă *1*, prin intermediul unui angrenaj conic *2* (fig. 276). Indicatorul valorii prescrise poartă o duză *4*, excentrică faţă de axa ei *3*, în dreptul duzei fiind şaiba compusă din două jumătăţi *5* pe axa *6*, ce poartă şi indicatorul valorii măsurate *7*, care este cuplat cu instrumentul de măsură (a temperaturii), prin intermediul piesei de cuplare *8*. Axa sistemului de indicare a valorii măsurate *6* se află în prelungirea axei sistemului de indicare a valorii prescrise. O jumătate a şaibei compuse *5* este deplasată

față de cealaltă, astfel că pragul dintre cele două jumătăți formează „pragul de comandă" pentru duză. Aerul comprimat ajunge printr-un drosel la duză, care este acoperită, mai mult sau mai puțin, de către pragul de comandă. Astfel, se modifică căderea de presiune între drosel și duză, proporțional cu devierea de la valoarea prescrisă. Această scădere de presiune se folosește direct sau prin intermediul unui amplificator ca „semnal de reglare".

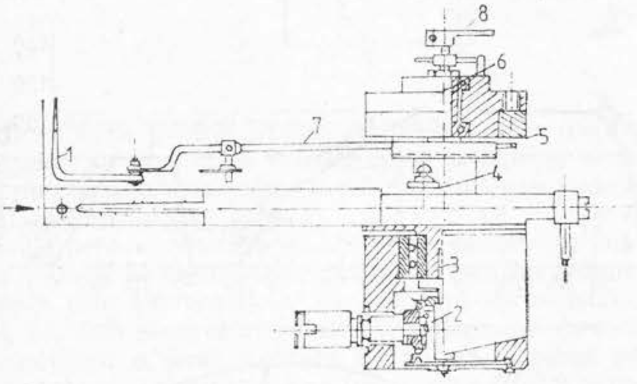


Fig. 276. Schema de funcționare a programatorului.

Instalația nu se recomandă pentru albirea cu clorit de sodiu.

Domeniul de proporționalitate se poate regla prin deplasarea duzei radial față de axul sistemului de indicare a valorii măsurate.

Reglajul cel mai indicat al domeniului de proporționalitate este între 10 și 15%. Dacă, de exemplu, la încălzire sau răcire, valoarea măsurată este peste 15% înaintea valorii pneumatice, ventilul de încălzire, respectiv cel de răcire, sînt complet deschise; la valoarea sub 15%, ventilele vor lucra după reglaj.

Decalajul între valoarea prescrisă și cea măsurată poate fi reglat (cu ± 5°C) cu ajutorul șurubului de pe pîrghia cu role, ce se sprijină pe cama programatorului. Dacă decalajul este mai mare decît cel fixat cu ajutorul acestui șurub, programul se oprește, pînă ce valoarea măsurată se află în domeniul stabilit. La program oprit, se aprinde lampa de semnalizare roșie, iar la programul în funcțiune, cea verde.

În cazul cînd valoarea prescrisă și cea măsurată coincid, la ieșirea din programator, se stabilește o presiune constantă, denumită „punct de lucru", care corespunde unui punct de echilibru. Dacă acest echilibru este modificat prin deplasarea sistemului de indicare a valorii prescrise (pîrghia cu rolă — pe camă) se modifică presiunea de ieșire din regulator (semnalul de comandă) pînă cînd se stabilește din nou situația de echilibru, deci se atinge un nou punct de lucru.

Reglarea sistemului de indicare a valorii prescrise. Dacă mărimea temperaturii dată de indicatorul valorii prescrise nu coincide cu cea de pe cama decupată, diferența se poate anula, reglînd pîrghia cu rolă, care se

deplasează în direcţia dorită, slăbind şurubul de fixare de la capătul acestuia.

Tăierea camei în vederea stabilirii programului. La tăierea camei, trebuie avut în vedere următoarele : pe camă sînt notate, pe cercuri, valorile de temperatură din 10 în 10 sau din 5 în 5 grade, iar pe curbele radiale valorile de timp. După stabilirea diagramei în funcţie de necesităţile tehnologice, aceasta se transcrie prin punctele ei cele mai importante pe camă, după care se decupează cît mai fidel diagramei (fig. 277).

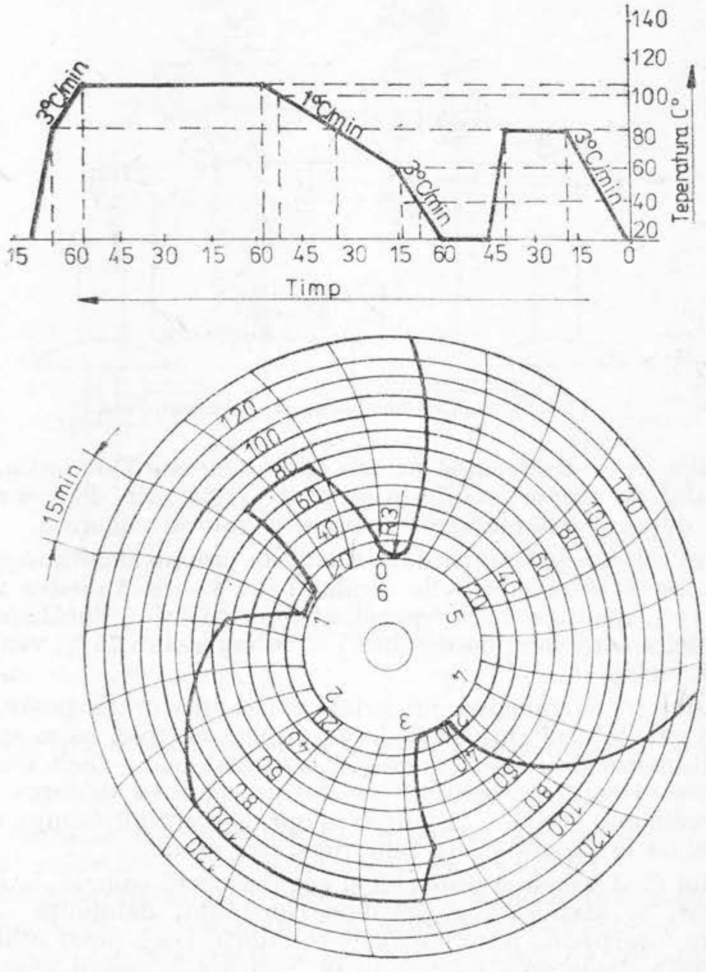


Fig. 277. Diagrama temperaturilor.

Semnalele emise de programator (aer comprimat cu presiune variabilă între 0,2 şi 1 bar) sînt introduse înainte de a ajunge la membranele ventilelor în „poziţionare" (poz. *6* şi *7* din fig. 276).

Poziționerele pneumatice (fig. 278) compară semnalul pneumatic de comandă primit de la programator cu mărimea reglată de poziția axului ventilului. Semnalul de ieșire din poziționere (semnalul de acționare a

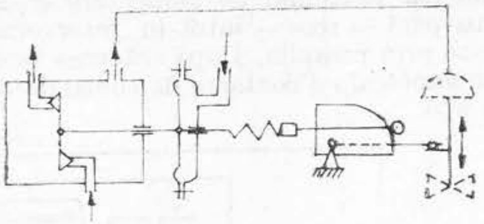


Fig. 278. Principiul de funcționare a poziționerului.

ventilului) influențează poziția axului ventilului (prin membrana de acționare a acesteia), în așa fel ca între această poziție și semnalul de comandă de la programator să existe o soluție dinainte stabilită (în cazul analizat — o interdependență liniară).

Poziționerele pentru ventilele de abur sînt construite pentru : „acționare manuală", adică la semnalul de intrare crescător, semnalul de ieșire crește ; respectiv cele ale ventilelor de apă sînt de construcție : „acționare inversă", adică la semnul de intrare crescător, cel de ieșire scade.

În cazul cuplării a două aparate de vopsit, acestea pot funcționa separat sau în sincron. La funcționarea în sincron (fig. 279)un aparat, (cel

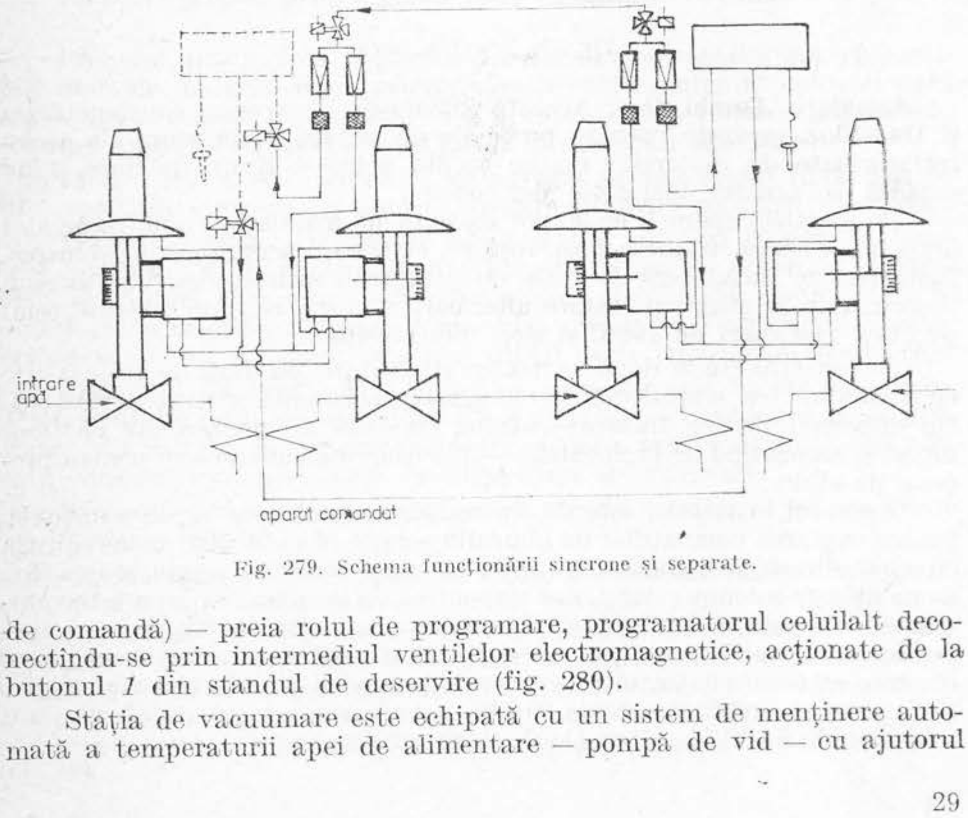


Fig. 279. Schema funcționării sincrone și separate.

de comandă) — preia rolul de programare, programatorul celuilalt deconectîndu-se prin intermediul ventilelor electromagnetice, acționate de la butonul *1* din standul de deservire (fig. 280).

Stația de vacuumare este echipată cu un sistem de menținere automată a temperaturii apei de alimentare — pompă de vid — cu ajutorul

unui ventil electromagnetic și un termometru cu contact. Se fixează pe acesta, intervalul de temperatură de 18°C (minim) și 20°C (maxim). La atingerea temperaturii maxime, termometru cu contacte comandă deschiderea ventilului de alimentare cu apă, a rezervorului de apă. Apa proaspătă — rece — intră în rezervorul de apă, surplusul îndepărtindu-se prin preaplin. După scăderea temperaturii apei sub limita stabilită, termometrul cu contacte dă comandă de oprire a ventilului de alimentare cu apă.

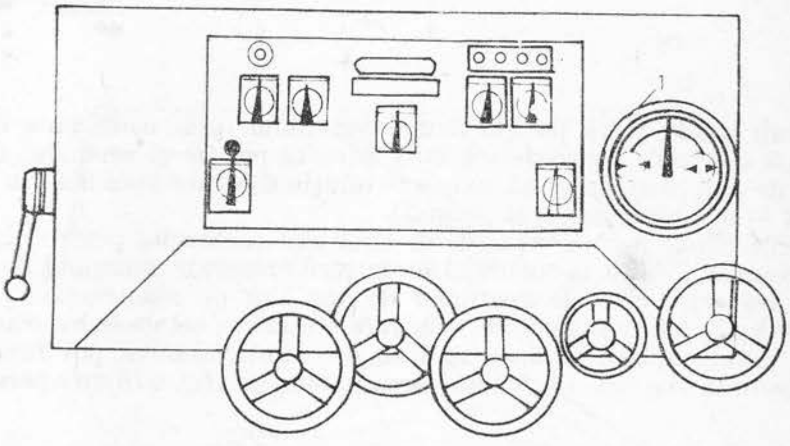


Fig. 280. Stand de lucru.

Instalația Combi-Bloc. Această instalație, de aceeași construcție ca și Duo-Bloc, servește pentru procesele de tratare — retratare ale acelorași formate de materiale textile și din aceleași tipuri de fibre, fiind cuplată la această instalație de vopsire.

Principalele operații ce se pot executa pe instalația Combi-Bloc sînt fierberea, albirea, tratarea post-vopsire, clătirea, vacuumarea și aburirea. Instalația se încadrează în linia de „tratare-vopsire-uscare", și asigură procesele de pregătire și tratare ulterioară vopsirii, care nu necesită temperaturi mai mari de 100°C și deci nici presiune.

Se construiește în două variante : de tratare, cu duză de preîncălzire cu abur direct și serpentină de menținerea constantă a temperaturii ; de tip universal pentru tratare — albire, cu duză de preîncălzire cu abur direct și serpentină de preîncălzire — menținerea temperaturii pentru procesul de albire.

Aparatul instalației este de tip recipient deschis cu capac semiconic, pentru captarea emanațiilor de abur din soluție etc. ; încălzirea se reglează cu abur direct prin duză (fig. 281), cu abur indirect — prin serpentină de menținere a temperaturii, sau serpentină de încălzire. Soluția este vehiculată de o pompă într-un singur sens, interior-exterior. Majoritatea operațiilor se execută manual, cu excepția menținerii constante a temperaturii, care este automatizată și a acționării clapetei pe cale electropneumatică ; puterea instalată este de 16 kW, iar puterea pompei de circulație a soluțiilor de 15 kW, cu turația de 3000 rot/min.

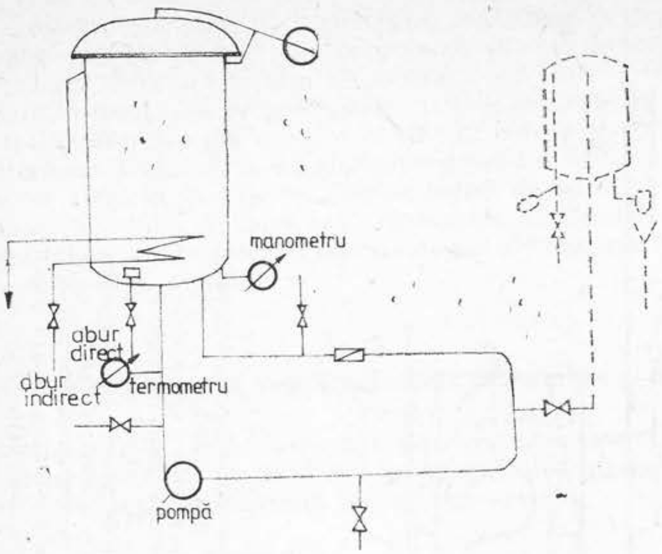


Fig. 281. Instalația Combi–Bloc.

16.2.3. Agregate pentru vopsit fibre cu acțiune continuă

Procesul continuu de vopsire a fibrelor devine rentabil pentru cantități mari de material care trebuie vopsite într-o anumită culoare, dacă rezistența vopsirilor este aceeași ca și a vopsirilor discontinue și dacă materialul vopsit se comportă satisfăcător în operațiile ulterioare.

În fig. 282, *a* este prezentat un agregat pentru vopsit fibre, format din părțile de impregnare, aburire, spălare și uscare pe cilindri perforați.

Vopsirea continuă a fibrelor prezintă însă greutăți tehnice și mecanice mai mari, decît vopsirea țesăturilor, din punct de vedere al transferului de căldură prin masa de fibre (în timpul aburirii sau uscării), fapt ce determină o creștere a duratei procesului respectiv. Transportul fibrelor printr-un sistem continuu este mai dificil decît transportul țesăturilor.

Principiul de funcționare al noilor agregate este următorul : prinderea stratului de fibre între două plase metalice și deplasarea în această stare, prin soluția de vopsire, respectiv spălare, prin mai multe căzi așezate consecutiv și prevăzute cu dispozitive de stoarcere.

Pe acest principiu este construit agregatul pentru vopsit semifilate tip Williams (fig. 282 , b)

Fiecare cadă a agregatului are cîte o pereche de plase, una superioară și alta inferioară ; cada este înaltă și îngustă, fapt ce determină o capacitate mică ; aceasta poate fi redusă și mai mult, în mod corespunzător, prin introducerea unor dislocuitori de flotă, fără să se micșoreze lungimea benzii ce trece prin soluție. Ca urmare a acestor modificări constructive ale căzii, spațiul ce revine soluției este redus, îngust, și deci prin mișcarea continuă a benzilor, în aceste condiții, crește efectul de turbu-

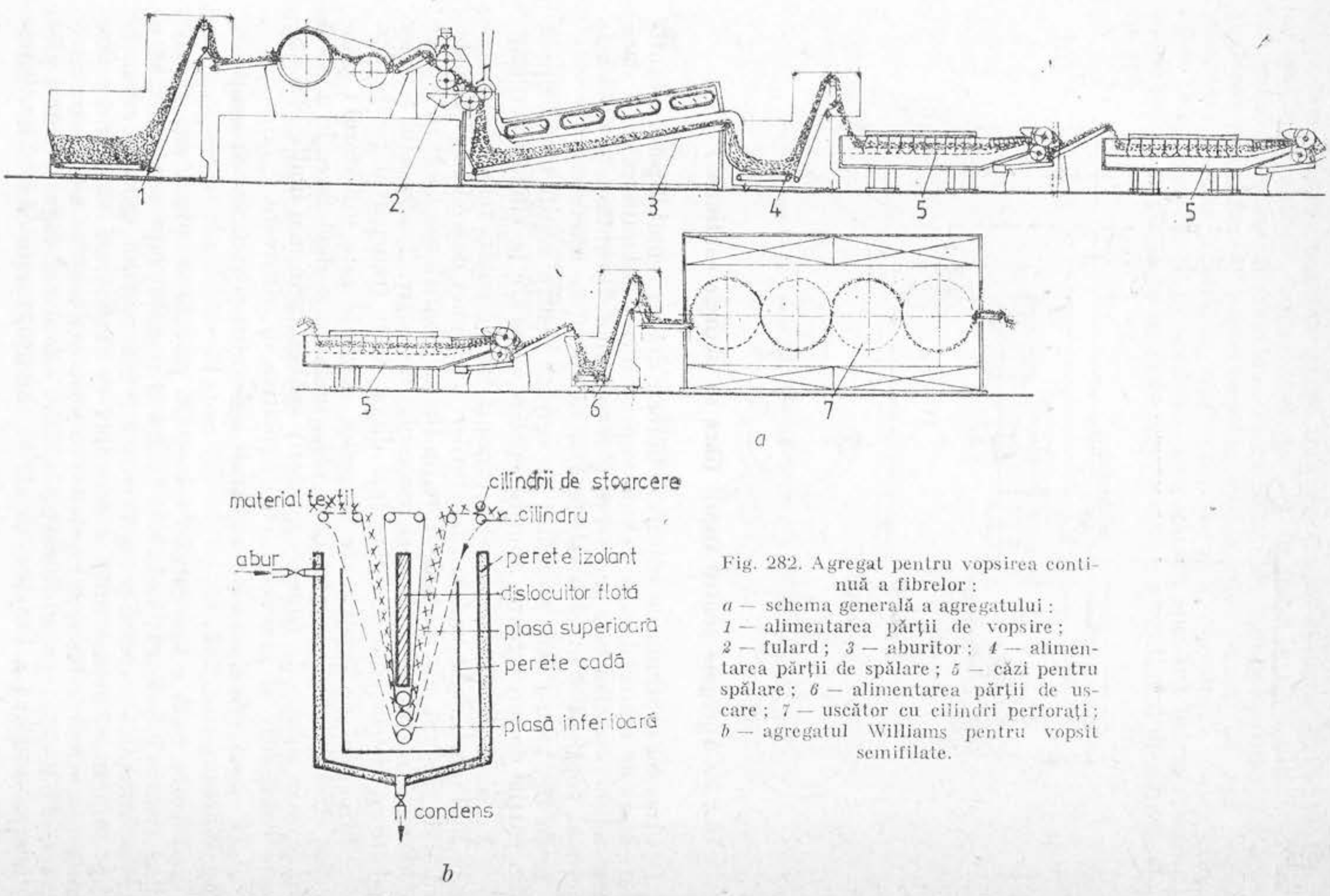


Fig. 282. Agregat pentru vopsirea continuă a fibrelor:
a — schema generală a agregatului:
1 — alimentarea părții de vopsire;
2 — fulard; *3* — aburitor; *4* — alimentarea părții de spălare; *5* — căzi pentru spălare; *6* — alimentarea părții de uscare; *7* — uscător cu cilindri perforați;
b — agregatul Williams pentru vopsit semifilate.

lenţă. La creşterea efectului de turbulenţă, contribuie şi sensul invers în care se deplasează plasele metalice prin cadă, pe cele două role situate la partea inferioară a dislocuitorului de soluţie.

Pentru dimensionarea geometrică a căzii se porneşte de la diametrul minim al rolei inferioare din cadă, $d = 10-12$ cm, şi se stabileşte astfel lăţimea interioară a căzii şi în acelaşi timp grosimea dislocuitorului. Lungimea căzii se alege în funcţie de lăţimea benzii de semifilate.

Secţiunea mantalei se calculează în funcţie de debitul de abur stabilit pe baza bilanţului termic. În funcţie de natura materialului utilizat se calculează şi izolaţia mantalei.

16.2.4. Instalaţii pentru vopsit semifilate de bumbac şi de lînă.

După modul de lucru se împart în două grupe: cu acţiune discontinuă (cu tuburi emailate pe unul sau pe mai multe rînduri suprapuse cu suport) şi cu acţiune continuă (agregate).

Aparate cu acţiune discontinuă

Aparate pentru vopsit semifilate din lînă cu tuburi emailate. Aceste aparate se bazează pe următorul principiu: soluţia de colorant este transferată în ambele sensuri, cu ajutorul unei pompe, prin stratul de pale aşezat sub formă de bobine, în tuburi emailate sau din oţel inoxidabil, prevăzute la partea superioară şi inferioară cu capace perforate. Cada şi sistemul de încălzire au o construcţie comună celorlalte aparate.

Aparatele cu tuburi emailate aşezate radial pe purtători de bobine cilindrici funcţionează pe acelaşi principiu ca şi aparatele pentru vopsit fire pe bobine.

Elemente de proiectare. Pentru dimensionare, în funcţie de capacitate, se fixează numărul de tuburi emailate pe orizontală şi în coloană, apoi se alege pasul şi se stabilesc dimensiunile iniţiale. Pentru hidromodulul ales, se calculează cantitatea de soluţie şi se definitivează dimensiunile geometrice. Forma aparatelor pentru un singur rînd de bobine este paralelipipedică, iar pentru celelalte tipuri cilindrică. La aparatele cu tuburi suprapuse, se prevede un spaţiu de circulaţie în partea centrală, de formă cilindrică, perforat numai la partea superioară.

Aparatele cu suporturi din ţevi perforate pentru bobine din pale lucrează pe acelaşi principiu ca şi aparatele pentru vopsit fire pe bobine cu deosebirea că bobinele sînt protejate împotriva filţuirii prin mantale perforate (fig. 283).

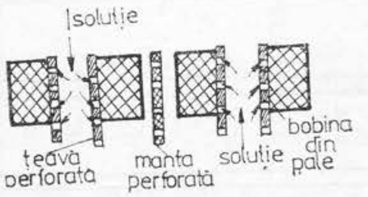


Fig. 283. Aparat cu suporţi din ţevi perforate, pentru bobine din pale; schema transferului soluţiei.

3 — c. 221

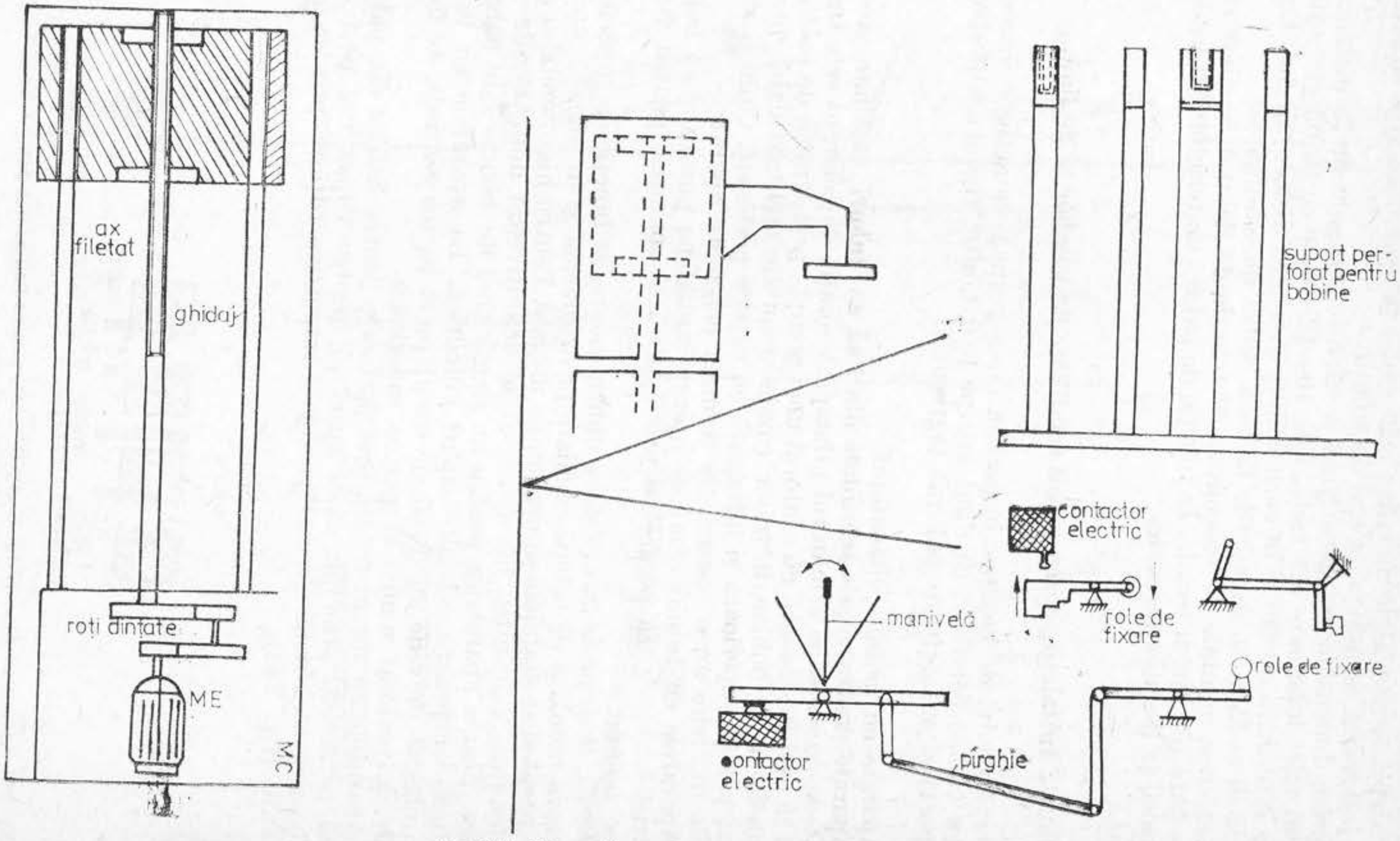


Fig. 284. Dispozitiv pentru presarea bobinelor din pale.

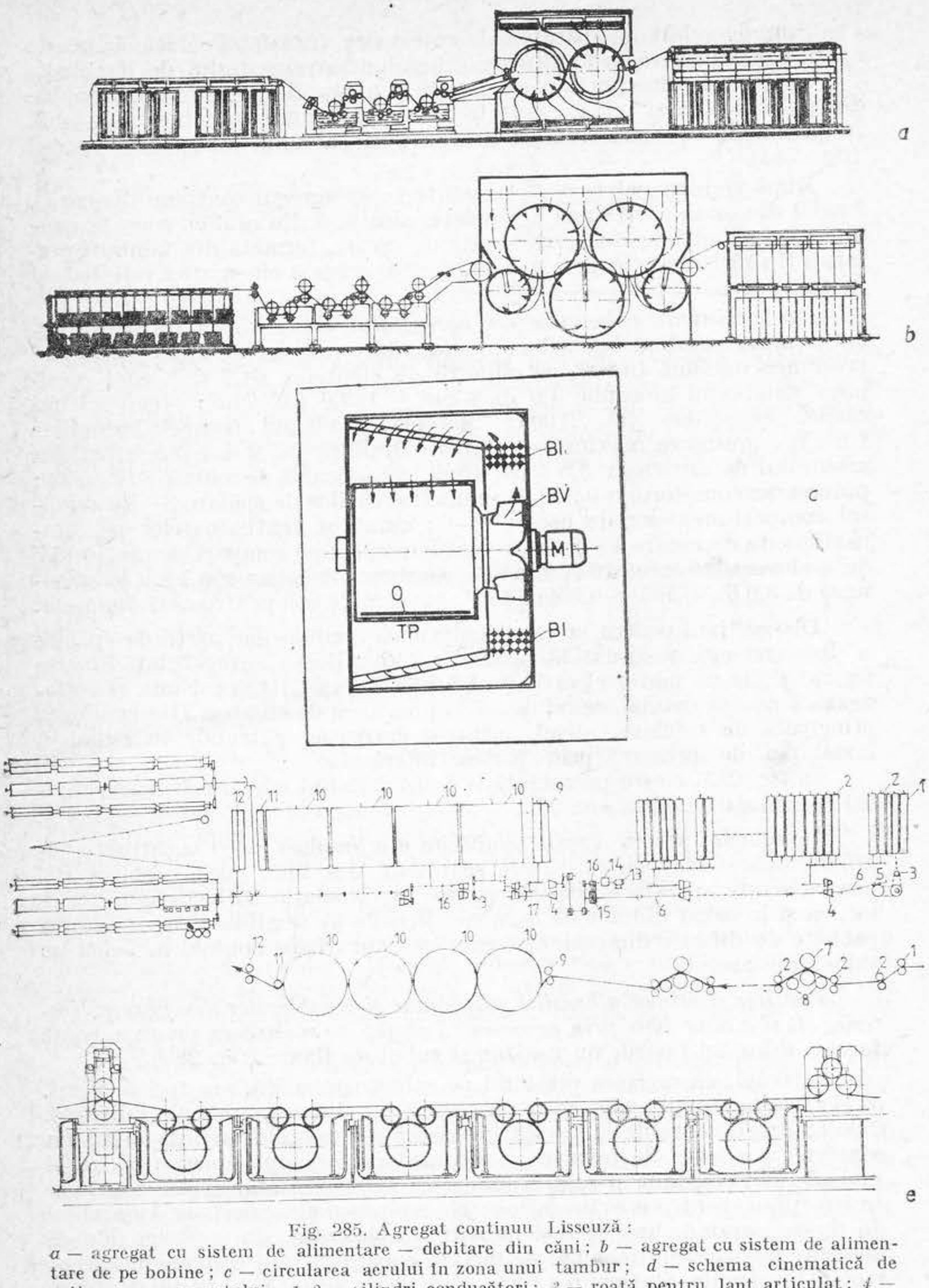


Fig. 285. Agregat continuu Lisseuză :

a — agregat cu sistem de alimentare — debitare din căni ; *b* — agregat cu sistem de alimentare de pe bobine ; *c* — circularea aerului în zona unui tambur ; *d* — schema cinematică de acționare a agregatului : *1, 2* — cilindri conducători ; *3* — roată pentru lanț articulat ; *4* — variator cu conoizi ; *5* — transmisie șurub melc-roată melcată ; *6* — ax cardanic ; *7* — cilindri de alimentare ; *8* — rolă compensator ; *9* — cilindri conducători pentru pale ; *10* — cilindri perforați ; *11* — role conducătoare ; *12* — role de distribuție a palelor ; *13* — motor electric ; *14* — variator PIV ; *15* — roți pentru curele trapezoidale ; *16* — cuplaj electric ; *17* — angrenaj cu roți dințate conice ; *e* — agregat cu cilindri perforați în căzi.

Spre deosebire de aparatele de vopsit fire, transferul soluției la aceste aparate se realizează cu agitatoare prin schimbarea sensului de circulație

Pe același principiu sînt construite și aparatele pentru vopsit bobine din pale de lînă și p.n.a. montate pe suporții unui conteiner detașabil. În prealabil, bobinele sînt presate cu ajutorul unui dispozitiv special (fig. 284).

După vopsire, palele sînt prelucrate pe un agregat continuu (lisseuză), format din două părți : una de spălare, alcătuită din căzi cu role de conducere și cilindri de stoarcere, și alta de uscare, formată din tamburi perforați tip Fleissner (fig. 285, *a*, *b*, *c*), a cărui schemă cinematică este redată în fig. 285 *d*.

Caracteristicile principale ale agregatului sînt : viteza de lucru 2—9,6 m/min ; numărul bobinelor de alimentare (cănilor de alimentare) 32 ; presiunea maximă liniară pe cilindrii de stoarcere 64,7 daN/cm ; presiunea sistemului hidraulic 4,9 daN/cm^2 — 159,9 daN/cm^2 ; temperatura căzilor de spălare 30...100°C ; puterea motorului pompei hidraulice 1,5 kW ; presiunea maximă a pompei hidraulice 157,9 daN/cm^2 ; puterea motorului de antrenare 5,5 kW ; tipul variatorului de viteză PIV, F44 ; puterea servomotorului 0,25 kW ; numărul căzilor de spălare 3—6 ; numărul compartimentelor de uscare 3—6 ; numărul ventilatoarelor pe compartimente de uscare 1 ; puterea ventilatoarelor pe compartimente 10 kW debitul ventilatorului 10 000 m^3/h ; consumul de abur 400 kg/h la presiunea de 3,9 daN/cm^2 — 6,8 daN/cm^2 ; consum de apă pentru căzi 200 kg/h.

Dispozitivul pentru presarea hidraulică a cilindrilor părții de spălare a lisseuzei este racordat la instalația hidraulică a agregatului. El este format dintr-un motor electric de 1,5 kW, turația 1 425 rot/min și acționează o pompă de ulei, ce refulează la presiunea de 60 atm. Din conducta principală de refulare, uleiul, printr-o derivație, pătrunde în cilindrul instalației de presare, prin partea inferioară.

În fig. 285, *e* este prezentată a doua variantă constructivă, cu cilindri perforați în căzi.

Agregatele pentru vopsit semifilate din bumbac au o construcție similară aparatelor pentru vopsit semifilate din lînă, cu deosebirea că, pentru aceste aparate se folosesc pompe de circulație, în locul agitatoarelor, ca și în cazul fibrelor de bumbac. Benzile de semifilate se vopsesc în pachete de diferite dimensiuni legate cu șnururi, în bobine, în benzi pe suluri de urzeală.

Vopsirea continuă a benzilor pieptănate și a cablurilor din fibre poliesterice cît și a altor fibre prin procedeul Tubofix, se realizează pe un agregat format dintr-un fulard, un uscător și tubul de fixare (fig. 286).

Fulardul, cu reglarea presiunii pe cale pneumatică, are trei secțiuni, ca și cada, în scopul realizării a trei vopsiri simultane în trei culori diferite. Cele trei rezervoare de la partea inferioară a fulardului permit circulația continuă a soluției de rezervă cu ajutorul unei pompe, menținînd astfel nivelul căzii constant și soluția omogenă. Corespunzător și uscătorul are trei secțiuni, pentru a evita influențele reciproce ale culorilor. Ansamblul de fixare cuprinde trei tuburi de formă aplatizată, din oțel inoxidabil, încălzite cu ajutorul unor băi de ulei, la o temperatură convenabilă, controlată electronic. Staționarea fibrei timp de un minut în sistemul de fixare

este acoperitoare, pentru a se obține o fixare completă a colorantului cu randamente tinctoriale mult superioare.

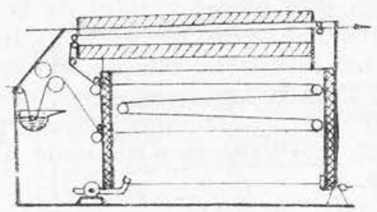


Fig. 286. Agregatul procedeului Tubofix.

Instalația Superba pentru vopsirea în cablu. Această instalație se caracterizează printr-o etanșeitate perfectă la intrarea și ieșirea din tunelul de vopsire, ca urmare a materialului strîns sub formă de armonică, fapt ce permite desfășurarea procesului de aburire pînă la 180°C, parametru determinant în fixarea colorantului de fibră. Cablurile (fig. 287) sînt

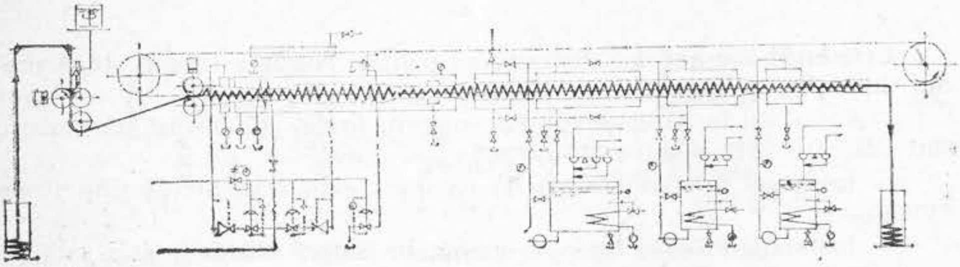


Fig. 287. Instalația Superba pentru vopsirea în cablu.

conduse prin dispozitive de detectare și spargere a nodurilor și apoi prin fulardul de impregnare. În fulard, a cărui lățime este de 600 mm, se menține nivelul constant prin alimentarea dintr-un rezervor de pregătire a soluției, echipat cu agitator și cu sistem de încălzire indirectă. De pe un rastel sînt alimentate bobine pentru întreaga instalație.

Gradul de stoarcere la fulard se asigură pe cale pneumatică, prin intermediul a doi cilindri. O celulă fotoelectrică realizează sincronizarea vitezei cablului la ieșirea din fulard și intrare în alimentator. Nivelul din fulard este controlat pe cale pneumatică. Gradul de stoarcere la fulard este de 40...60%.

În continuare, cablurile sînt conduse printre doi cilindri canelați, cu grad de presare controlat pneumatic și depuse sub formă de armonică. Sub această formă, cablurile sînt dirijate prin camera de aburire la o temperatură de 160...180°C, cu ajutorul unui lanț din oțel inoxidabil. Prin instalație sînt conduse concomitent două sau patru cabluri. Lanțul este încălzit pe ramura liberă, la întoarcere, pentru înlăturarea petelor de condens. Camera de aburire, de formă dreptunghiulară, este tapisată cu teflon. Camera, cu lungimea de 9 metri, are pereții perforați, prin care poate fi evacuat aburul saturat. Consumul specific de abur este de 0,7—0,9 kg abur/kg material textil.

Durata fixării este condiționată de natura fibrei, clasa de colorant și nuanță, fiind reglabilă, deci și viteza fulardului și a lanțului transportor pot fi reglate în mod diferit, prin motoare de curent continuu.

Viteza prin fulard variază de la 0 la 60 m/min, ceea ce corespunde la o durată de aburire de 3—30 m/min. Pentru o intensitate medie, productivitatea instalației este de 300 kg/h fibră p.a.n. și de 200 kg/h fibră poliester. Pentru tratamentele ulterioare — clătire, înviorarea culorii — se folosesc diferite căzi cu o lungime totală de 4,8 m. Procesul tehnologic este reglat prin tiristori și diode de siliciu, motoare de curent continuu și alternativ.

Instalația prezintă următoarele avantaje: suprimarea calibrării; alimentarea cu baloturi presate, bobine sau material în cutii; menține starea primitivă a materialului, în special ondulațiile atît a fibrelor de lînă cît și a celor sintetice.

16.3. INSTALAȚII PENTRU VOPSIREA FIRELOR

Instalațiile cu acțiune discontinuă pentru vopsirea firelor, după modul de lucru, se împart în următoarele grupe:

— instalații în care, în timpul vopsirii, firele, sub formă de sculuri, sînt mișcate prin soluția staționară;

— instalații în care soluția de colorant este transferată prin firele staționare;

— instalații în care firele se mișcă, în timpul vopsirii, prin soluția care circulă.

16.3.1. Instalații în care, în timpul vopsirii, firele, sub formă de sculuri, sînt mișcate prin soluția staționară

Vopsirea în sculuri prezintă următoarele avantaje: sculurile pot fi controlate, deci se pot remedia ușor defectele; datorită formei afinate, accesibilitatea în toată masa de fire este mai rapidă, mai profundă și mai uniformă; firele în sculuri se usucă mai ușor, datorită formei lor afinate.

Un dezavantaj important al acestor instalații îl constituie prelucrarea lor în partizi reduse, cu toate modernizările aduse ulterior.

Căzile pentru vopsit firele în sculuri (fig. 288) sînt construite din oțel inoxidabil sau alte materiale, căptușite cu material plastic, porțelan etc.; ele sînt foarte înguste și foarte lungi și au capacități ce variază în limite foarte largi, corespunzătoare hidromodulelor de 1/20...1/40, cu suporturi perforate la partea inferioară, cu sistem de încălzire direct și indirect sub suportul plan perforat.

Pe partea superioară a căzii se sprijină suporturi purtătoare de sculuri construite din oțel inoxidabil, sticlă sau cupru cositorit. După formă sînt drepte, scului fiind sub soluție 3/4 din lungimea lui și în formă de U, în care tot sculul se află în soluție.

În timpul vopsirii (la anumite intervale de timp, în funcție de natura colorantului), sculurile sînt întoarse pe suporturi prin operații mecanizate. La unele instalații, suporturile sînt și canelate pe suprafața laterală. Ele

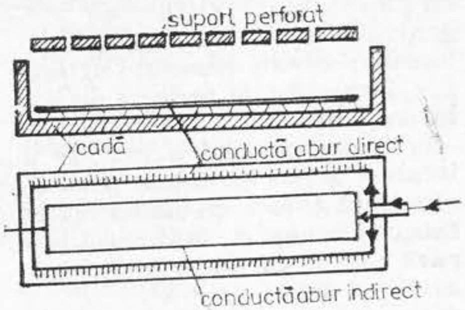


Fig. 288. Sistemul de încălzire a căzilor de vopsire.

se rotesc alternativ, în două sensuri, antrenind în același timp și sculurile, care sînt scuturate datorită poziției lor excentrice față de axul de rotație (fig. 289).

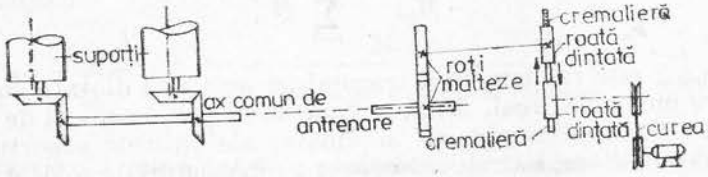


Fig. 289. Schema cinematică de acționare a suporturilor.

Pe o parte a căzii se află mecanismul de acționare în mișcarea de rotație a suporturilor, iar pe cealaltă parte un cadru de care sînt solidar legate celelalte capete ale suporturilor, cu ajutorul căruia acestea sînt ridicate sau coborîte la trecerea dintr-o cadă în alta și în timpul cînd se pregătește sau se schimbă soluția.

Dimensiunile geometrice se stabilesc în funcție de capacitatea de încărcare :

— lățimea căzii :

$$l = na + (n + 1)b,$$

în care : a este spațiul ocupat de un scul pe suport ;

b — spațiul liber ;

n — numărul de sculuri pe suport.

l — lungimea.

În mod similar, lungimea căzii, L:

$$L = n'c + (n' + 1)d,$$

în care : n' este numărul de suporturi ;

c — spațiul ocupat de un suport ;

d — spațiul liber dintre suporturi;

— înălțimea se stabilește în funcție de lungimea unui scul, care se majorează cu spațiul pentru suportul perforat și pentru sistemul de încălzire :

$$H = l_{scul} + \delta_{suport} + (2 \ldots 4)\, d_e,$$

în care : d_e este diametrul exterior al conductei de încălzire.

Dimensiunile reale se definitivează în concordanță și cu hidromodulul respectiv.

Pentru calculul puterii, se ține seama de greutatea materialului ud încărcat și de greutatea suportului.

Dacă G este greutatea materialului ud de pe un suport și, G_s greutatea unui suport, momentul la roata de antrenare a suportului, a cărei rază este r, va fi :

$$M_i = \frac{(G + G_s)\, r}{\eta_{r.d.c.}}$$

Pentru cele n' suporturi, momentul total va fi :

$$M_{tot} = \sum_{i=1}^{i=n'} M_i,$$

în care : $\eta_{r.d.c.}$ este randamentul transmisiei prin roți dințate conice.

Pentru momentul real, M_{real}, trebuie să se țină seama și de celelalte randamente (la axul comun de acționare) ale tuturor suporturilor ; la șanțul roților malteze, la transmisia ce schimbă sensul de rotație al suporturilor și la transmisia de la motor.

Axul suporturilor este excentric față de centrul de rotație al acestora. De la motor, mișcarea este transmisă, prin curea, unei roți dințate, care antrenează o cremalieră dublă, prin care se transmite mișcarea unei perechi de roți malteze, iar de aici la axul comun. Cremaliera, prin mișcarea ei într-un sens sau altul, acționează corespunzător și axul comun, deci și suporturile

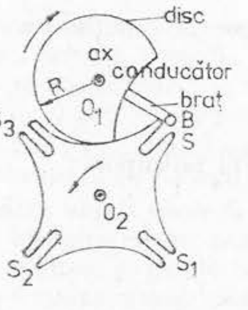


Fig. 290. Mecanism cu roți malteze.

Roțile malteze (fig. 290) determină periodicitatea în mișcarea suporturilor : astfel, la anumite intervale de timp, în funcție de rotație, sculurile sînt deplasate cu o anumită porțiune. Roțile malteze sînt formate dintr-un disc și o cruce. Discul are o cavitate în mijlocul căruia, solidar cu el, se află un braț radial care are la capăt un buton. Crucea are patru dinți în

mijlocul cărora se află cîte o cavitate radială (S, S_1, S_2, S_3). Profilul dinților constituie o porțiune dintr-un arc de cerc, de rază egală cu raza R a discului. Discul are o mișcare de rotație continuă, cu o viteză unghiulară constantă. Cînd butonul discului întîlnește cavitatea S a crucii, el pătrunde în această cavitate și alunecă în lungul ei, rotind crucea cu un unghi de 90°, pînă cînd butonul iese din cavitatea S. Datorită discului, care în această poziție nu antrenează în mișcarea de rotație crucea, aceasta rămîne nemișcată, în timp ce discul continuă să se rotească cu 270°. După ce butonul B a făcut o rotație completă și a ajuns din nou în poziția inițială, el întîlnește de această dată cavitatea S_1 a dintelui următor al crucii și pătrunzînd în ea rotește din nou crucea cu 90°.

La fiecare rotație completă a axului O_1, axul roții malteze O_2 se rotește cu 90° în timpul unui sfert din rotația discului O_1 și stă nemișcat timp de 3/4 din rotația acestuia.

Rotația completă a arborelui O_2 se realizează deci la patru rotații succesive și egale de cîte 90°, separate prin pasaje, în timp ce axul de comandă, execută patru rotații complete. Deși axul O_1 se rotește uniform, cu viteză unghiulară constantă, totuși rotația axului O_2 are loc în mod variat, cu o viteză variabilă de la zero pînă la o viteză maximă pe care o poate atinge în momentul cînd butonul B se află pe direcția $O_1 O_2$.

Deci, în calculul puterii, trebuie să se țină seama de toate randamentele transmisiei :

$$N_{real.} = \frac{M_{total}}{\eta_{ax} \cdot \eta_{cavitate\ malteză} \cdot \eta_{tr.\ crem.} \cdot \eta_{tr.\ curea}}.$$

Aparatele cu rame rotative purtătoare de sculuri funcționează pe următorul principiu : sculurile, așezate pe două suporturi ce formează rame, montate pe un purtător rotativ, execută continuu o mișcare de rotație prin soluție, pe toată durata procesului de vopsire. Aparatul (**fig. 291**, *a*) este format dintr-o cadă în interiorul căreia se află cilindrul purtă-

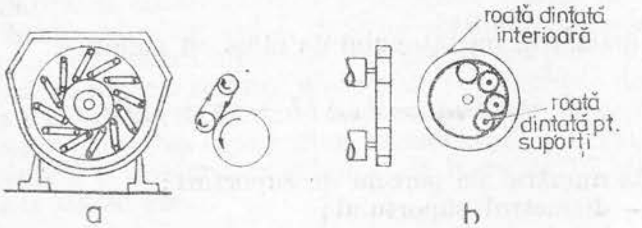


Fig. 291. Aparat cu rame rotative :
a — schema de lucru ; *b* — schema cinematică de acționare a suporturilor.

tor de rame cu sculuri. Acestea sînt așezate sub un unghi mic față de direcția radială. Aparatele se caracterizează prin dimensiuni de gabarit mici în comparație cu aparatele anterioare.

La aparatele moderne, suporturile superioare ale unei rame se rotesc și ele printr-un mecanism special, astfel încît se realizează și o rotație a sculului în jurul celor două suporturi. În acest scop, pe fiecare suport

superior, la un capăt (fig. 291, *b*) se află o roată dințată care angrenează cu o roată dințată cu coroană interioară. La celălalt capăt purtătorul de rame are pe axă o roată ce primește mișcarea de la motor printr-un sistem de transmisie. Puterea necesară mișcării de rotație a purtătorului de rame cu sculuri este formată din : puterea consumată pentru antrenarea materialului, pentru purtătorul cu suport și pentru învingerea rezistențelor hidraulice la trecerea purtătorului de sculuri prin soluție, adică :

$$N_{total} = N_{material} + N_{purtător} + N_{rez.hidr.}.$$

Pentru cantitatea de material încărcată în aparat, momentul necesar mișcării de rotație a sculurilor prin cada fără soluție va fi :

$$M_{antr.material\ și\ purtători} = \frac{(G_{material} + G_{purtător})\ R}{\eta_{fr}\eta_{tr}},$$

în care : R este raza purtătorului.

Pentru învingerea rezistențelor hidraulice se consideră separat rezistența hidraulică pentru scul și pentru suport.

La mișcarea sculului prin soluție, forța rezistentă se calculează ținînd seama de căderea de presiune prin stratul de fire și de suprafața cu care sculurile de pe o pereche de suporturi atacă soluția de vopsit :

$$F = \Delta_p A,$$

unde : F este forța rezistentă ;
Δ_p — căderea de presiune prin stratul de fire;
A — suprafața de atac a sculurilor de pe o pereche de suporturi.

$$\Delta_p = cv^x,$$

în care : $v = \pi D n$,
unde :
D este diametrul purtătorului de rame cu sculuri.

$$A = n'_p(l_{scul} - d_{sup})\ [L - (n + 1)p],$$

în care :
n'_p este numărul de perechi de suporturi ;
d_{sup} — diametrul suportului ;
L — lungimea unui suport ;
n — numărul de sculuri ;
p — pasul dintre sculuri.

Deci, momentul ce trebuie transmis pentru învingerea rezistenței hidraulice va fi :

$$M_{tr.rez.hidr.} = FR.$$

Pentru calculul puterii necesare învingerii rezistenței hidraulice de către suporți, la trecerea prin soluție, se consideră întregul ansamblu ca

un agitator cu z palete, a cărui lungime este L, şi efectuiază n rotaţii, paletele avînd o grosime egală cu proiecţia diametrului d, al suportului.

Prin analogie cu relaţia puterii agitatorului cu palete, se calculează :

$$N = A \frac{r}{g} n^3 z L d^4.$$

Din relaţia :

$$M_{\text{antrenare material şi purtători}} + M_{\text{tr. rez. hidr.}} = 71\,620 \frac{N}{n}$$

se scoate valoarea N. La aceasta se adaugă puterea consumată pentru învingerea rezistenţei hidraulice de către suporturi.

Maşinile moderne cu operaţiuni mecanizate Gerber (fig. 292) sînt prevăzute cu un cadru comun, pentru susţinerea celor 18 suporturi ale sculurilor şi cu o instalaţie hidraulică, pentru deplasarea pe verticală a suporturilor, în vederea imersării sau scoaterii din soluţie.

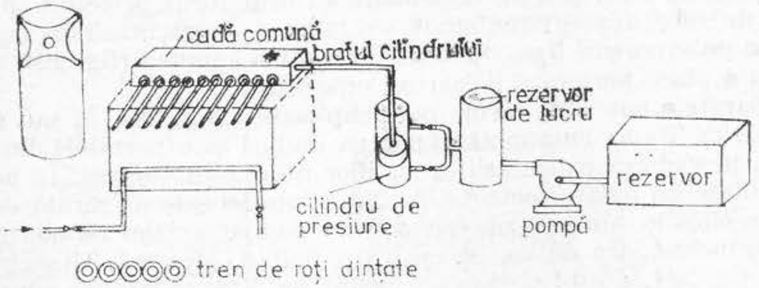


Fig. 292. Maşină cu operaţiuni mecanizate pentru vopsirea firelor în sculuri.

Particularitatea constructivă a suporturilor constă în suprafaţa lor de contact foarte mică cu sculul, datorită secţiunii transversale speciale care este limitată de patru hiperbole. Fiecare suport poate executa o mişcare de rotaţie în ambele sensuri, transmisia realizîndu-se de la un suport la altul prin trenuri de roţi dinţate montate pe axele suporţilor.

Ridicarea şi coborîrea suporturilor se realizează cu o instalaţie hidraulică care menţine o presiune în cilindrul de lucru de 15 atm. Diametrul pistonului este de 30 cm.

16.3.2. Aparate în care soluţia circulă prin materialul staţionar

Aceste aparate se împart în două grupe : cu sistem de împachetare şi cu sistem de suspendare.

Aparatele cu sistem de împachetare a sculurilor, cu forma cilindrică sau paralelipipedică, lucrează pe acelaşi principiu ca şi aparatele destinate vopsirii fibrelor.

La aceste aparate (fig. 293), în mod obligatoriu, se folosesc suporturi perforate intermediare, asigurîndu-se astfel vopsirea unor partizi mari în nuanțe uniforme.

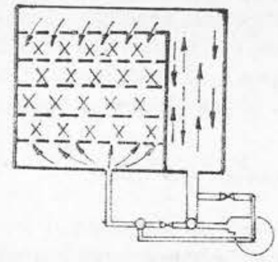


Fig. 293. Aparat cu sistem de impachetare.

Motorul pompei se calculează pentru sensul de circulație cel mai defavorabil al soluției prin material, adică pentru circulația de jos în sus. Se ține seama, în cazul aparatelor închise tip autoclave, și de presiunea suplimentară, și de rezistențele locale ale conteinerelor perforate.

Aparatele cu sistem de suspendare au următorul principiu de lucru : soluția de colorant este circulată de sus în jos și invers, de-a lungul sculurilor atîrnate pe suporturi fixe, montate la o ramă comună (fig. 294, *a*) prevăzută cu o placă perforată la partea superioară.

Aparatele pot avea forme paralelipipedice (fig. 294, *b*) sau cilindrice (fig. 294, *c*). Rama cu suporturi pentru sculuri este portabilă dintr-o cadă în alta, în vederea executării operațiilor ulterioare vopsirii. În acest scop este utilizat un palan electric. Circulația soluției este asigurată de un agitator cu elice în ambele sensuri sau cu pompe axiale. Se construiesc și aparate închise, tip dulap, cu etaj, tip Bellini, Mezzera, Giachina.

În fig. 294, *d* este prezentată instalația Krantz pentru vopsit fire în sculuri din orice tip de fibră și cu agitator montat într-o poziție înclinată.

Aparatele cu sistem de suspendare pe suporturi așezați pe două nivele cu aranjament pătratic sau decalat (fig. 294, *d*) au distanța pe verticală între cele două rînduri de suporturi mai mică decît lungimea sculului, datorită cărui fapt sînt vopsite uniform și porțiunile care vin în contact cu suportul. Astfel, la circulația de jos în sus, firele sînt presate de suporturile inferioare și degajate de pe cele superioare și invers, la circulația de sus în jos.

Pentru calculul puterii sistemului de circulație la aceste aparate se ține seama și de căderea de presiune determinată de prezența suporturilor inferioare, care se calculează cu ajutorul criteriului lui Euller :

$$Eu = \frac{\Delta p}{\rho v^2},$$

unde :

Δ_p este căderea de presiune ;

v — viteza de curgere pentru secțiunea cea mai îngustă.

Criteriul Euller se calculează în funcție de aranjamentul pătratic sau decalat al suporturilor (fig. 294, *e*) :

— pentru aranjamentul pătratic :

$$Eu = (3 + 4{,}5\ m)\ Re^{-0{,}23};$$

— pentru aranjamentul decalat, în funcţie de raportul $\frac{s_1}{d}$, după cum urmează :

pentru : $\frac{s_1}{d} < \frac{s_2}{d}$, $Eu = (2 + 3{,}3\ m)\ Re^{-0{,}20}$;

pentru : $\frac{s_1}{d} > \frac{s_2}{d}$, $Eu = (2{,}7 + 1{,}7\ m)\ Re^{-0{,}28}$.

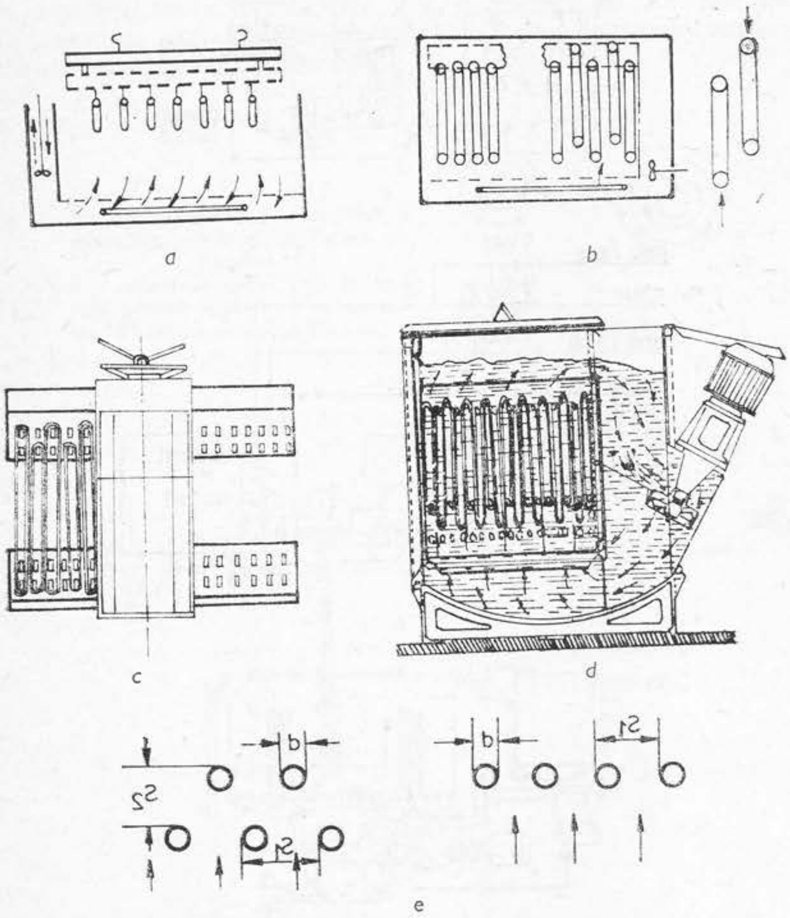


Fig. 294. Aparat cu sistem de suspendare a sculurilor :
a — suporturi fixe montate la o ramă comună ; *b* — aparat cu cadă paralelipipedică şi suporturi aşezate pe două nivele ; *c* — aparat cu cadă cilindrică şi suporturi aşezate pe două nivele ; *d* — instalaţia Krantz pentru vopsit fire în sculuri din orice tip de fibre şi cu amplasarea specială a agitatorului ; *e* — aranjamentul pătratic sau decalat al suporturilor.

În aceste relații : m este numărul de rînduri de suporturi pentru sculurile ce se găsesc în direcția curgerii ; s_1 și s_2 — pasul traversal și longitudinal al suporturilor.

Căderea de presiune astfel stabilită se însumează la căderile de presiune prin material și rezistențe locale. Aparatele închise cu coș, tip Krantz, Obermeir, au un consum mai mare de energie.

Aparatele Gavet (fig. 295 *a*, *b*) se bazează pe același principiu constructiv, însă prezintă următoarele particularități : circulația soluției se realizează în funcție de numărul compartimentelor, cu una sau două pompe

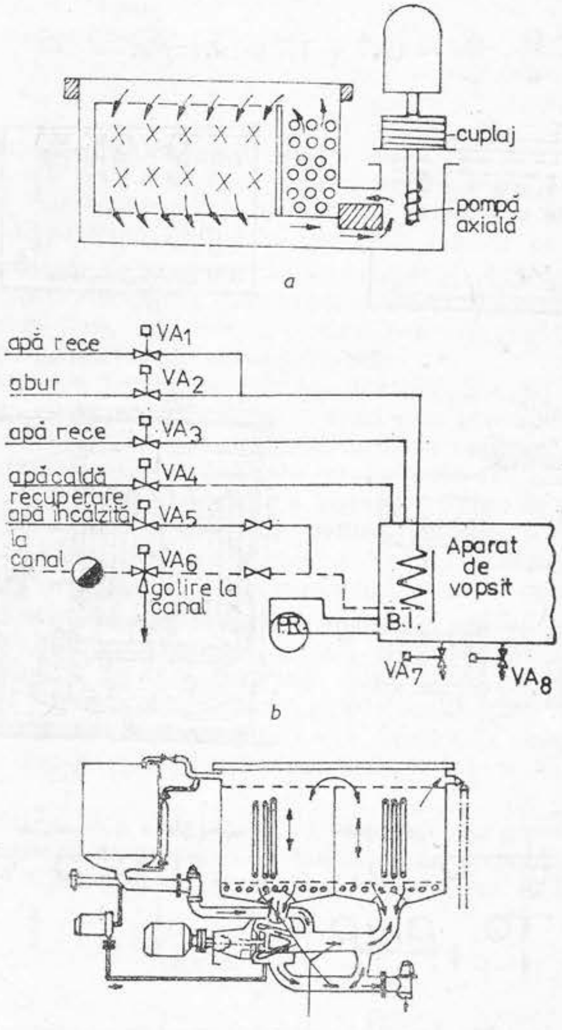


Fig. 295. Aparatul Gavet : *a* — schema constructivă ; *b* — schema instalației de încălzire ; *c* — aparatul Gavet super.

axiale, cuplate direct la motor, cu schimbarea sensului la 2–6 min, cu ajutorul unui dispozitiv de programare, fapt ce permite realizarea unor economii importante de apă, abur și substanțe chimice. Unele conteinere sînt prevăzute cu suporturi ce au dispozitive de reglare a înălțimii lor. Instalația de automatizare cuprinde dispozitive pentru reglarea temperaturii după program.

La unele variante constructive există posibilitatea cuplării a două aparate pentru vopsirea partizilor duble (a cantităților mari în aceeași nuanță). La altele (Gavet Super) (fig. 295, *c*), pentru o circulație mai intensă, se compartimentează cada aparatului, compartimentele de încărcare fiind de 80–100 kg, la un hidromodul de 1 : 36.

La aparatele moderne de formă cilindrică suporturile pentru sculuri, sînt fie circulare, fie în spirală, (fig. 296, *a*) așezate pe unul sau mai multe nivele. Aparatele se caracterizează printr-o formă mai compactă, o circulație mai intensă și mai uniformă.

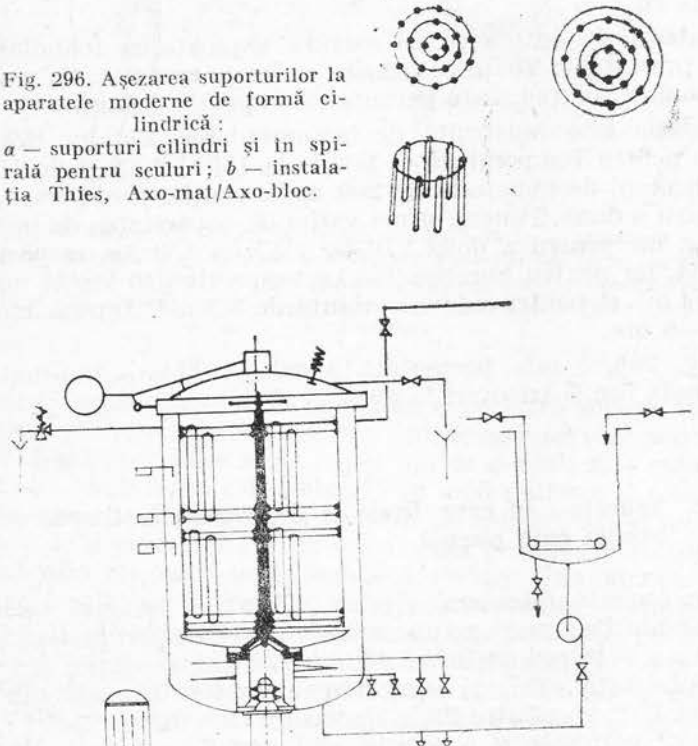


Fig. 296. Așezarea suporturilor la aparatele moderne de formă cilindrică :
a — suporturi cilindri și în spirală pentru sculuri; *b* — instalația Thies, Axo-mat/Axo-bloc.

Aparatele închise cu autoclavă tip Scholl, Henriksen, permit vopsirea la temperaturi mai mari.

Instalația universală pentru vopsit-albit fire de melană, lînă, bumbac, la temperaturi pînă la 100°C este formată dintr-un aparat tip autoclavă verticală cu capac rabatabil prevăzut cu contragreutate, care asigură o închidere etanșă. Circulația soluției în două sensuri de la partea superioară spre partea inferioară este asigurată de o turbopompă acționată de un electromotor cu două turații și două sensuri de rotații. Schimbarea sensului de circulație a soluției se realizează automat.

Încălzirea soluției este asigurată de o serpentină, montată monobloc cu cea de răcire, în partea inferioară a aparatului, însă cu funcțiuni separate. Deasupra lor se află un perete perforat.

Aparatul este cuplat cu un rezervor de adaosuri, care se completează conform procesului tehnologic.

Conteinerul pentru sculuri este de tip deschis, cu tije profilate, telescopic, cu fixare în aparat prin înșurubare. La partea superioară este montată o placă perforată, cu același scop ca și la cea din aparat pentru repartizarea uniformă a soluției. Suporții pentru sculuri pot fi manevrați ușor în operația de încărcare — descărcare de pe conteiner, datorită unui sistem simplu de blocare cu arc.

Instalația de automatizare asigură exploatarea tehnologică într-un program prestabilit. Toate comenzile se fac pneumatic. Se realizează circulația bună a soluției, care garantează vopsirile uniforme.

Instalația este construită de întreprinderea Metalul Roșu în două variante : pentru temperaturi de la 100 la 150°C AVS și de 100 la 350°C AVS. Consumul de abur este de 200 kg/h, pentru prima variantă și 300 kg/h, pentru a doua. Pentru prima variantă, capacitatea de încărcare este de 100 kg, iar pentru a doua 210 kg PAN și 150 kg, respectiv 320 kg pentru lînă, iar pentru bumbac 253 kg, respectiv 340 kg, la un volum de soluție de 4 m^3, și, pentru a doua variantă de 3,5 m^3. Durata medie a unui proces 4—6 ore.

În fig. 296, *b* este prezentată instalația Thies, Axo-mat/Axo-bloc, pentru vopsit fire și tricoturi la 98 . . . 110°C.

16.3.3. Aparate în care firele se deplasează în timpul vopsirii prin soluția care circulă

Aceste aparate (Mezzera, Gerber, Then) se bazează pe următorul principiu : sculurile așezate pe un număr variabil de țevi perforate fixe, sînt vopsite fără a fi introduse în soluția care circulă continuu din cadă prin țevile perforate (fig. 297, *a*) scurgîndu-se din nou în cadă sub formă de peliculă (fig. 297, *b*), printre firele sculurilor. Cele două mișcări : a sculului în jurul țevii perforate și a soluției sînt astfel conduse încît materialul vopsit nu este supus deformării mecanice. Mișcarea periodică a sculurilor, a căror viteză poate fi reglată în timp și îmbibarea continuă a firelor cu soluție asigură în cazul unei juste exploatări o perfectă uniformitate în vopsire.

Deoarece se lucrează cu un hidromodul mic, consumul de coloranți și produse chimice auxiliare este mic.

Aparatele pot fi folosite și la operațiunile de fierbere, albire, spălare etc., pentru fire din orice tip de fibre (bumbac, lînă, mătase). Ele se construiesc în acest scop cu mai multe secțiuni (compartimentate) fiecare compartiment avînd mai multe țevi perforate purtătoare de sculuri, de obicei 5 ; 10 ; 15.

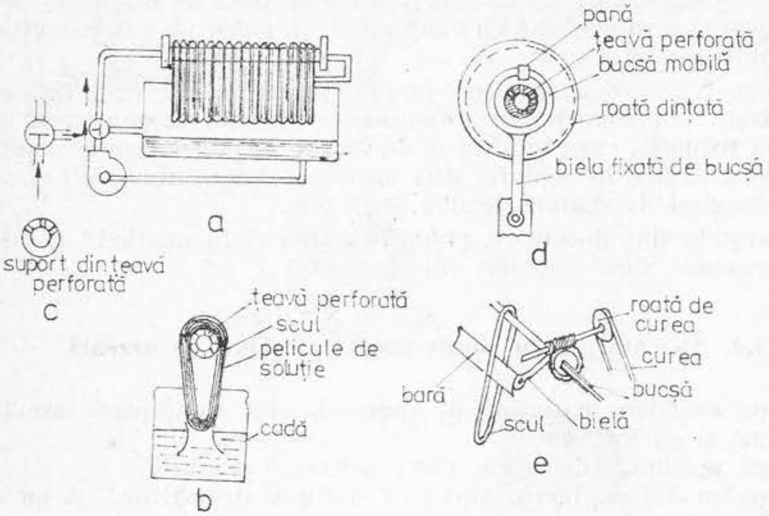


Fig. 297. Aparat cu circulația concomitentă a soluției și sculurilor: *a* — schema generală a aparatului; *b* — scurgerea soluției sub formă de peliculă; *c* — detaliu constructiv al țevilor suport pentru sculuri; *d* — mecanismul cu bielă pentru antrenarea sculurilor; *e* — ansamblul mecanismului și suportului pentru sculuri.

Țevile purtătorului de sculuri, la partea superioară sînt prevăzute cu trei rînduri de orificii așezate decalat (fig. 297, *c*) care servesc pentru debitarea soluției. Ele sînt închise la un capăt, iar la celălalt sînt racordate la pompa de circulație. Soluția este debitată în mod uniform și continuu pe fire, cu o presiune care le ridică de pe țevi. Se asigură astfel un contact intim între soluție și partea de sprijin a sculurilor pe suporți. În tot timpul vopsirii sculul este acoperit de peliculele de soluție. Un robinet cu trei căi scurtcircuitează, soluția din cadă în cadă, atunci cînd în soluție se adaugă colorantul sau produsele chimice auxiliare. Aparatul este dotat cu un mecanism cu bielă (fig. 297, *d*) care modifică poziția sculului pe țevile perforate, obligîndu-l să se rotească în jurul suportului. Cu acest mecanism, pe rînd sînt aduse toate porțiunile din scul sub jetul de soluție debitat prin țevile perforate.

Mecanismul (fig. 297, *e*) se află sub țevile perforate și este format dintr-o bară de desfacere și deplasare a sculului, articulată la capete prin două biele la sistemul de acționare. Una dintre ele primește mișcarea de la trans misia motorului, printr-un șurub melc, ce angrenează cu o roată dințată fixată prin pană, pe bucșa situată pe țeava purtătorului de sculuri (pe porțiunea neperforată)avînd posibilitatea să se rotească liber în jurul acestei țevi.

Cu ajutorul unui releu de timp, poziția sculului pe purtătorul de sculuri se schimbă continuu, cu acest mecanism, sau periodic cu roți malteze, fie numai într-un sens, fie în ambele sensuri, prin pendularea barei de desfacere. În funcție de lungimea bielei și a barei de desfacere, sculul poate fi deplasat pe un purtător; la o rotație a barei, cu circa 200 mm.

Printr-un sistem pe pîrghii articulate de bara de desfacere, se transmite mișcarea și robinetului cu mai multe căi, pentru a scurtcircuita soluția la rotația barei.

Se construiesc și aparate universale Krantz (pentru vopsit fără presiune pînă la 100°C și pentru vopsit la temperaturi înalte) cu suporți de material de formă rotundă, care indiferent de forma de prezentare a materialului (pale, bobine, fire în sculuri) sînt universal interschimbabili și reglabili pentru lungimi de sculuri de 660—960 mm.

Aparatele sînt dotate cu pompă suplimentară auxiliară și cu sistem de programare, fiind complet automatizate.

16.3.4. Aparate pentru vopsit bobine și suluri de urzeală

După așezarea materialului, aparatele sînt cu împachetare (folosite foarte rar) și cu înfigere.

După presiunea de lucru, sînt : închise și deschise.

După modul de lucru, sînt : cu acțiune discontinuă și cu acțiune continuă.

16.3.4.1. Aparate cu sistem de împachetare

Aceste aparate au forma cilindrică sau paralelipipedică, în care, în prealabil se așază materialul de umplutură (inert față de colorant) și apoi se încarcă coșul cu bobine. Ele au un consum mare de energie, din cauza pierderii mari de presiune, și un randament coloristic foarte scăzut.

16.3.4.2. Aparate pentru vopsit după sistemul prin înfigere, de tip închis

Aceste aparate se bazează pe principiul următor : bobinele înfipte pe suporturile perforate ale unui purtător de bobine — montat în cada aparatului — sînt supuse acțiunii soluției care este transferată cu ajutorul unei pompe prin stratul de fire, alternativ în cele două sensuri de la interiorul spre exteriorul bobinei și invers.

Instalația pentru vopsirea firelor pe bobine după sistemul cu înfigere (fig. 298, *a*) este alcătuită din următoarele părți : cada de vopsit, purtătorul de suporturi, pompa pentru transferul soluției și instalațiile anexe (pentru vid, pentru aer comprimat, cada pentru pregătirea soluției, sistemul de încălzire și dispozitivul pentru schimbarea sensului de circulație a soluției).

Purtătorii de suporturi perforate sînt de două tipuri : de formă cilindrică și în formă de placă (fig. 298, *b*), cărora le corespund și formele căzilor de vopsit. Purtătorii de formă cilindrică sînt simpli cilindri, goi în interior,

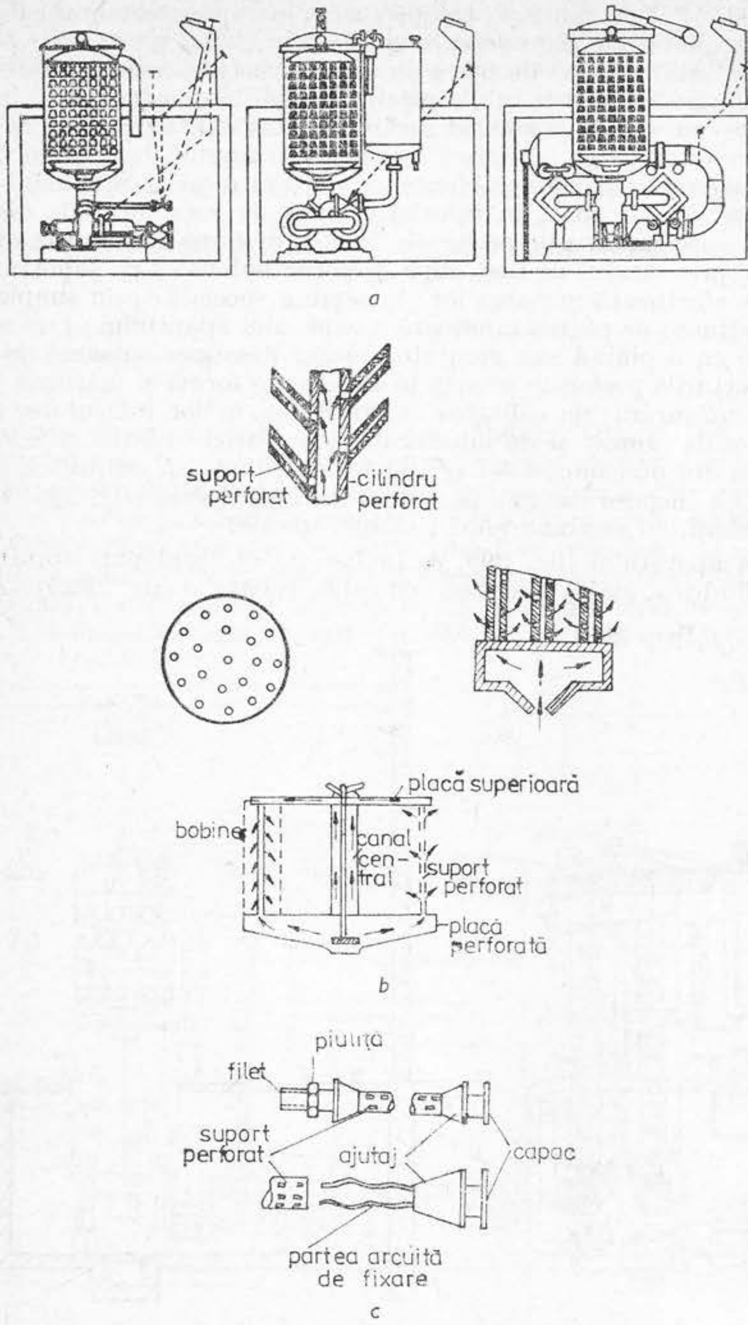


Fig. 298. Instalaţia de vopsit fire pe bobine :
a — schema instalaţiei ; *b* — purtători de suporturi perforate clasice cu canal central şi plăci ; *c* — construcţia suportului perforat.

prevăzuţi pe suprafaţa laterală cu suporturi, aşezate decalat, sub un unghi de 15–30°. Partea centrală a suporturilor perforate comunică cu partea centrală a cilindrilor, în vederea asigurării circulaţiei soluţiei.

Purtătorii în formă de placă au suporturile perforate, aşezate decalat pe una sau pe ambele baze ale plăcii, în funcţie de cantitatea de bobine aşezate pe un suport. În cazul încărcării unei cantităţi mari de bobine, se recomandă plăci cu suporturi aşezate pe o singură bază şi cu un canal central de circulaţie, care stabileşte legătura între placa inferioară şi placa superioară. Placa, goală în interior, constituie rezervorul de distribuţie a soluţiei spre suporturile perforate. Pentru evitarea formării canalelor de circulaţie prin stratul de fire, după aşezarea bobinelor pe suporturile perforate, se efectuează presarea lor: la o presă specială; prin simple discuri arcuite, situate pe partea inferioară a capacului aparatului; prin apăsarea unui disc cu o piuliţă sau greutate aşezată deasupra coloanei de bobine.

Suporturile perforate se aleg în funcţie de forma şi mărimea bobinei, de felul înfăşurării, de calitatea şi cantitatea firelor înfăşurate, de tipul aparatului de vopsit şi de intensitatea circulaţiei soluţiei. Ele sînt confecţionate din oţel inoxidabil şi au: formă cilindrică, cu orificii circulare sau eliptice dispuse decalat pe suprafaţa lor laterală (fig. 298, *c*) formă triunghiulară, cu secţiune plină: simple spirale.

Cada aparatului (fig. 299, *a*) în funcţie de tipul purtătorului are o formă cilindrică, înaltă sau joasă, cu capac rabatabil (fig. 299,*b*), sau deta-

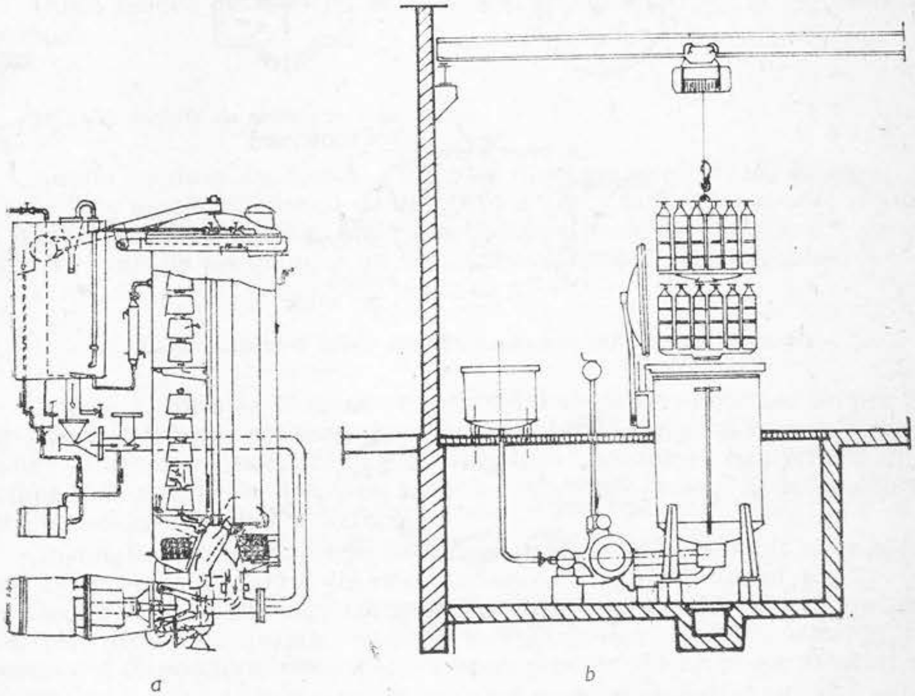


Fig. 299. Ansamblul instalaţiilor de vopsit fire pe bobine:
a — cu cadă înaltă; *b* — cu capac rabatabil.

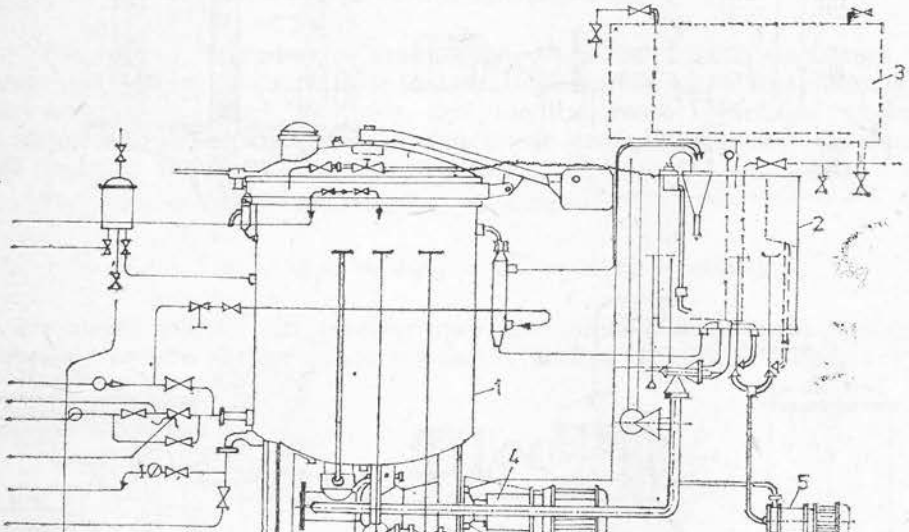
şabil, fiind încadrată în grupa recipienţilor cu pereţi subţiri, aşa cum se prezintă la aparatele Duo-Bloc sau Combi-Bloc.

Aparatele universale cu unul sau mai multe purtătoare se caracterizează printr-o productivitate ridicată şi o mecanizare aproape completă a tuturor operaţiunilor: de fierbere, vopsire, spălare, stoarcere, fără deschiderea capacului şi fără transbordarea bobinelor, aşa cum s-a arătat anterior.

În cazul aplicării procedeului Superba pentru spălarea, aburirea, contractarea şi vopsirea firelor de lînă şi sintetice în stare înfăşurată pe bobine sau sub formă de sculuri, instalaţiile uzuale se completează cu uscătoare adecvate.

16.3.4.3. Instalaţia universală I.V.T.I.

Instalaţia, de construcţie românească (Metalul Roşu) (fig. 300, *a*) poate fi utilizată pentru procesele de aburire, vopsire, uscare şi în alte tratamente ale materialelor textile sub formă de fibră, pale, fire pe bobine conice sau cilindrice şi suluri de urzeală. Instalaţia cuprinde recipient de retratare Combi-Bloc, aparatul de vopsit Duo-Bloc, recipient de adaosuri şi aparatul de uscat. Poate lucra pînă la temperatura de 140°C, la o presiune pînă la 4,5 atm, avînd o capacitate de încărcare de la 24–273 kg, cu circulaţia soluţiei în două sensuri (fig. 300, *b*), ca şi la instalaţia Thies (fig. 300, *c*).



a

Fig. 300. Instalaţia pentru vopsit fire pe bobine:
a — schema generală a instalaţiei: *1* — aparat; *2* — rezervor de lucru; *3* — rezervor pentru pregătirea soluţiei; *4,5* — pompe;

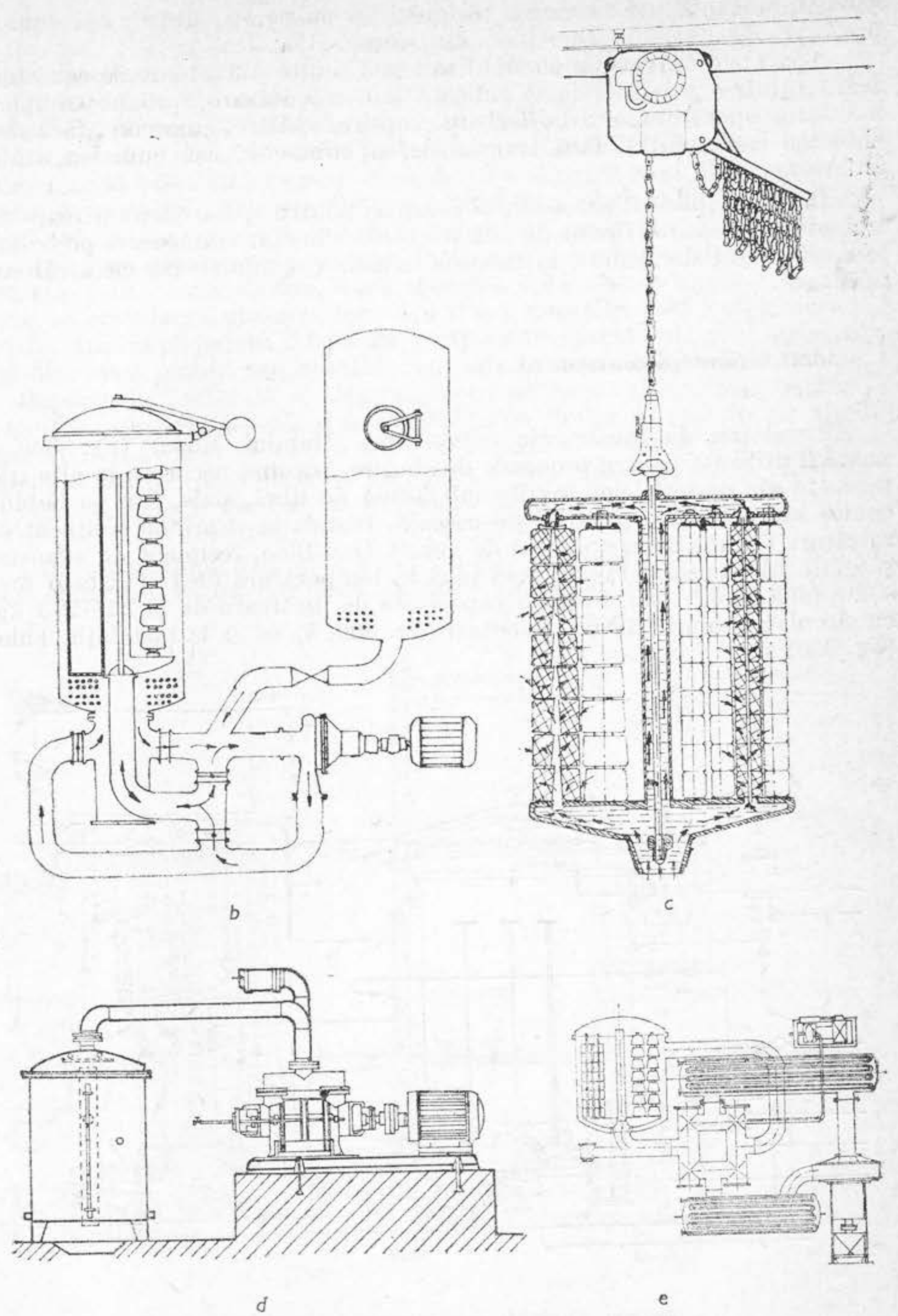


Fig. 300 *b* — schema circulației soluției ; *c* — schema circulației soluției la instalația Thies cu graifăr automat pentru transport ; *d* — partea de stoarcere ; *e* — partea de uscare.

Partea de uscare este conexată părților de stoarcere prin aspirare și de răcire, fiind construită in mai multe variante de diferite intreprinderi constructoare. Corespunzător procesului tehnologic, după vopsire și retratare pe instalația Combi-Bloc, urmează stoarcerea și uscarea. Stoarcerea se realizează prin racordarea la o stație de vid (fig. 300, *d*) și penetrarea stratului de fire de pe bobină de către aer, de la exterior la interior, după care urmează uscarea cu aer cald trimis de un ventilator din bateria de încălzire, de la interiorul spre exteriorul bobinei Partea de stoarcere — construcție Ilma Schio — este formată din pompa de vid *1* acționată de un motor electric, racordată la un rezervor tampon *2* (fig. 300, *d*), ce comunică în timpul stoarcerii cu purtătorul de bobine. Partea de uscare fig. 300, *e*) cuprinde aparatul *1* cu purtătorul de bobine, bateria de încălzire a aerului pentru uscare *2*, bateria de răcire a amestecului aer-umiditate, evacuat din aparat după uscare, în vederea recuperării apei cît și a reciclării aerului, ventilatorul *4* care alimentează bateria de încălzire cu aer, grupul de inversare a sensurilor interior-exterior și invers *5*, format din patru ventile comandate sincron prin intermediul unui cilindru pneumatic cu dublu efect ; racordul pentru operația de stoarcere prin aspirarea aerului de către stația de vid și compresorul, cu doi cilindri pentru asigurarea presiunii de 7 atm, necesară realizării presiunii în partea de ieșire.

Pe același principiu funcțional este construită partea de stoarcere și uscare de către întreprinderea Metalul Roșu.

16.3.4.4. Criterii pentru alegerea sensului de circulație

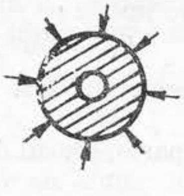
Din punct de vedere hidrodinamic, vopsirea firelor staționare cu circulația soluției prin straturile înfășurate pe bobine sau suluri de urzeală, este asimilată curgerii lichidelor, prin medii poroase. Mărimea canalelor și forma lor geometrică variază în funcție de natura înfășurării, de numărul firului și de densitatea de înfășurare.

Pe baza ecuației continuității curentului :

$$V_s = A_0 v_0 = A_1 v_1 = A_2 v_2 = \ldots = A_n v_n = \text{constant},$$

la circulația soluției din exterior spre interior (fig. 301) scade secțiunea liberă de trecere și deci crește viteza. În același timp însă, din punct de

Fig. 301. Schema circulației soluției prin bobine.



vedere al modificării concentrației soluției, aceasta variază în sens invers cu viteza, adică ea scade de la periferie spre centrul bobinei. Există deci o compensare permanentă și pericolul inegalizării dintre straturile exterioare și cele interioare este mai mic. Acest sens de circulație este condiționat

de stabilitatea bobinei. Pentru bobinele foarte stabile și cu contracție mică este categoric avantajoasă circulația din exterior spre interior.

În cazul circulației din interior spre exterior, porțiunile de material textil din exteriorul suportului, din ce în ce mai mari, vin în contact la viteze descrescînde cu soluția din ce în ce mai epuizată. Se suprapune deci scăderea concentrației soluției cu scăderea vitezei de curgere prin masa poroasă.

Prin folosirea circulației în ambele sensuri se compensează dezavantajele sensurilor parțiale de circulație. Durata circulației într-unul din sensuri este determinată de natura colorantului, în unele cazuri duratele fiind egale în cele două sensuri. În ambele cazuri, presiunea în aparate este de 1,5...2 atm, iar în timpul stoarcerii cu aer comprimat de la periferie spre centru este de 3 atm.

16.3.4.5. Criterii pentru alegerea hidromodulului

În cazul unor hidromodule mici se obține pe lîngă o calitate superioară a vopsirii și importante avantaje economice.

Pentru primul aspect, calitativ, este suficient să se considere două hidromodule 1/10 și 1/20. La un debit constant al pompei și la un hidromodul de 1/20, dacă n este numărul interacțiunilor fibră-colorant, la același debit constant al pompei, dar la un hidromodul de 1/10, numărul interacțiunilor fibră-colorant devine $2n$. Ținînd seama că procesul de egalizare se bazează în mare măsură pe procese parțiale ale absorbției și desorbției colorantului, rezultă că mărind numărul de cicluri pe unitatea de timp, ale soluției prin material, interacțiunea este îmbunătățită și egalizarea avantajată.

Reducerea hidromodulului este limitată de solubilitatea colorantului, fapt ce explică, hidromodulul ridicat (1/20...1/30) folosit la vechile aparate și instalații de vopsit fire. Progresele realizate astăzi cu privire la solubilitatea coloranților oferă posibilitatea realizării unor hidromodule mai mici.

Pentru al doilea aspect, economic, rezultă următoarele avantaje: reducerea consumului de apă, factor important pentru perioadele de vîrf, care determină reducerea consumului de apă și deci de energie, reducerea consumului de auxiliari chimici și de coloranți; reducerea materialului de construcție al aparatelor, a duratei de încălzire, a pierderilor de căldură în mediul ambiant prin suprafețe mai mici și a spațiului necesar pentru amplasare.

Ambele aspecte au fost verificate în practică la hidromodule de 1/6...1/8.

Pe de altă parte, sensul de circulație și hidromodulul redus prezintă importanță și din punct de vedere energetic, ținînd seama de faptul că puterea pompelor este proporțională cu debitul și pierderea de presiune, după relația cunoscută:

$$N = \frac{V\Delta_{pt}}{102\,\eta_h\eta_m}$$

unde :

η_h este randament hidraulic ;

η_m — randament mecanic.

Dacă alegerea debitului este condiționată de realizarea unui indice optim de circulație, căderea de presiune trebuie să tindă către o valoare cît mai mică. În căderea totală de presiune, pe lîngă alte componente constante determinate de schema izometrică a instalației respective, intră și căderea de presiune prin stratul de fire înfășurate, care în funcție de finețea (F) firului și de densitatea de înfășurare, se stabilește cu relația :

$$\Delta_p = K \frac{(\ln(0,1\ H_m + 0,9)}{0,1\ H_m + 0,9} e^{F/130},$$

în care : K este constantă ce ține seama de felul înfășurării și de sensul de circulație al soluției = 20 pentru fire de bumbac, cu numere metrice de la 27...130, pentru înfășurarea moale și $K = 27$ pentru înfășurarea tare ; pentru fire de lînă în amestec $K = 20$ pentru ambele înfășurări ; pentru fire de relon $K = 13,5$ pentru ambele înfășurări ;

H_m — cantitatea de soluție corespunzătoare diferitelor hidromodule.

Pentru circulația din interior spre exterior, căderea de presiune prin stratul de fire înfășurate este mai mare cu 30 % decît în cazul circulației din exterior spre interior.

Indiferent de natura înfășurării, pierderea de presiune crește cu creșterea hidromodulului, așa încît și din punct de vedere energetic este recomandabilă folosirea unui hidromodul redus și a sensului de circulație din exterior spre interior.

În cazul vopsirii pe bobine rachetă, cu înfășurarea pe direcția verticală și în formă de cruce, se obțin vopsiri pătrunse uniform în toată secțiunea bobinei, datorită grosimii mici a stratului de fire de 35 mm și a formei acestora, deși greutatea unei astfel de bobine este de două ori mai mare decît a bobinelor normale cu înfășurarea în cruce ; și spațiul interior al aparatului este mai bine utilizat ca urmare a eliminării suporților intermediari și așezării în coloană cilindrică prin introducerea unei bobine în alta. Deci capacitatea de vopsire crește cu circa 30% întrucît bobinele ocupă un volum mic.

Firele texturate supraelastice se pot vopsi în condiții corespunzătoare în formate de rachete manșoane, de cîte 2,5 kg fiecare.

16.3.4.6. Aparate pentru vopsit suluri de urzeală

Aceste aparate pot fi închise sau deschise, orizontale sau verticale, cu 1—12 suluri, încadrate în instalațiile Duo-Bloc. Ele sînt dotate cu aceleași echipamente, auxiliare ca și aparatele pentru vopsit fire pe bobine. Forma căzilor de vopsit este rotundă (fig. 302), a firmei Obermaier sau ovală.

Productivitatea este mai mare întrucît sînt eliminate operațiunile de așezare și scoatere a bobinelor de pe țevile perforate.

În fig. 303 este prezentată instalaţia universală Reacto-mat pentru vopsire şi albire cu clorit de sodiu, Callebout de Bliquy.

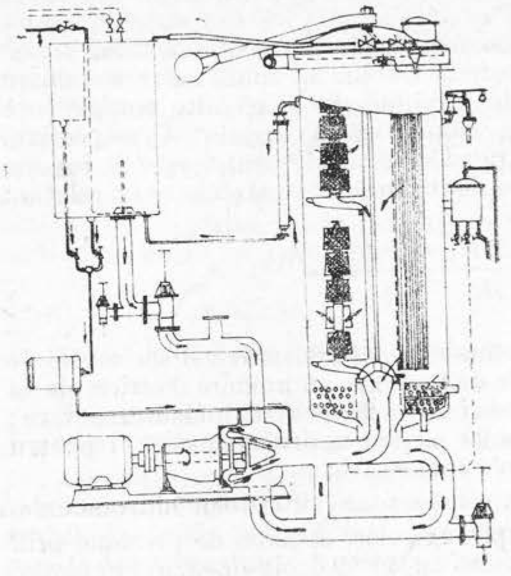


Fig. 302. Instalaţia Obermaier pentru vopsit fire pe bobine şi pe suluri de urzeală.

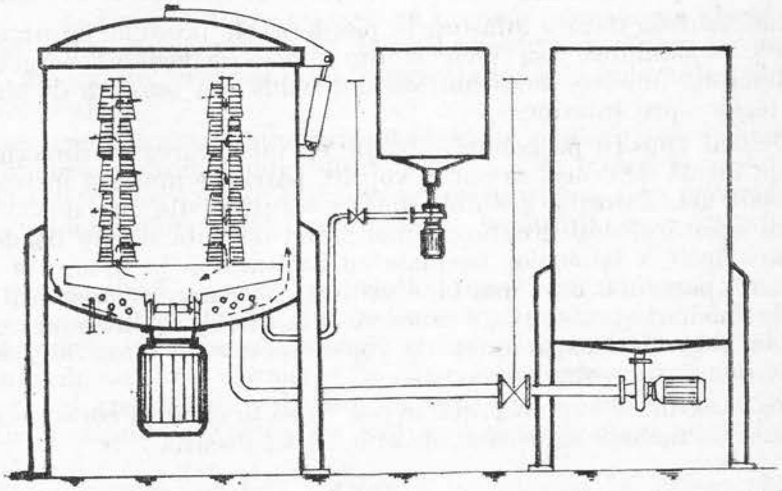


Fig. 303. Instalaţia universală Reacto-mat pentru vopsire şi albire cu clorit tip Callebout de Bliquy.

16.3.4.7. Instalaţia Sucker pentru vopsirea continuă a firelor de urzeală

Trecerea de la vopsirea discontinuă limitată la un anumit număr de suluri de urzeală la vopsirea continuă a însemnat un real progres în evoluţia constructivă a instalaţiilor de vopsire. Perfecţionările şi modernizările aduse ulterior au condus la realizarea pe aceeaşi instalaţie atît a pro-

cedeului de vopsire cît și a celui de încleiere. Principiul constructiv și funcțional rezultă din fig. 304, în care este prezentată o instalație continuă pentru vopsit — încleiat fire de bumbac pentru articolul blue-jeans, instalație cu care este echipat sectorul de finisare de la întreprinderea Integrata de In din Pașcani. Din cadrul instalației fac parte un număr variabil de căzi, pînă la șase, pentru imersarea firelor în soluția de coloranți indigo, la a căror parte superioară sînt amplasate pe două rînduri rolele pentru efectuarea a șase pasaje în aer în vederea oxidării colorantului. În partea anterioară și posterioară a sistemului de vopsire în trepte, sînt amplasate căzi pentru înmuiere, udare și respectiv spălare și retratare, de aceeași construcție ca și căzile sistemului de vopsire.

Pentru uscare servește un sistem de cilindri orizontali amplasați decalat pe două rînduri, după care firele de urzeală sînt recepționate pe sulurile de pe rastel, cu schimbarea automată a acestora după încărcarea unei anumite cantități de fire. Instalația poate fi utilizată fie numai pentru vopsire sau și pentru încleiere, în acest caz fiind agregate în continuare succesiv două unități, fiecare formată dintr-o cadă de încleiere și un grup de cilindri de uscare. Final, prin intermediul unui compensator firele sînt recepționate.

Instalația pentru vopsirea continuă este echipată cu o stație automatizată pentru refacerea concentrației în căzile de vopsire prin intermediul unor pompe dozatoare alimentate din rezervorul de pregătire a soluției pentru fiecare partidă.

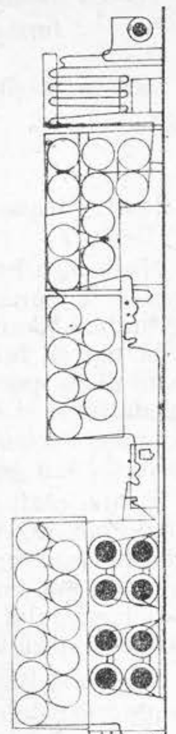


Fig. 304. Instalația continuă Sucker pentru vopsirea firelor de urzeală.

16.4. Mașini pentru vopsit țesături și tricoturi

Spre deosebire de aparate — în care cu unele excepții soluția circulă prin materialul staționar — în mașini materialul textil se deplasează prin soluția, în general staționară.

Mașinile pentru vopsit țesături se împart în următoarele grupe :

— mașini cu acțiune discontinuă : pentru material în formă de funie (mașini cu haspel, mașini și instalații cu jeturi de soluție) și pentru vopsit țesături în stare întinsă în lățime (jighere) ;

— mașini cu acțiune continuă : fularde și agregate continue.

16.4.1. **Mașini discontinue pentru vopsirea materialelor textile în formă de funie**

Aceste mașini se bazează pe principiul mașinilor de spălat în funie liberă.

16.4.1.1. Mașina cu hașpel

Mașina cu hașpel are cada propriu-zisă construită din oțel inoxidabil, separată în două compartimente inegale de un perete vertical amplasat longitudinal. Compartimentul mic în care se amplasează sistemul de încălzire la partea inferioară este destinat diferitelor adausuri, iar compartimentul mare, pentru materialul textil; deasupra lui este amplasat separatorul de funii și rolele din partea anterioară și posterioară, hașpelul mare și cel mic. Peretele despărțitor este plin în cazul cînd nu ajunge la partea inferioară, sau perforat dacă este rezemat de partea inferioară (fig. 305).

Forma căzii este similară mașinilor de spălat în funie liberă și mașinilor de piuare. Alegerea unghiului de înclinare al peretelui căzii și forma secțiunii transversale a hașpelului este determinată de materialul textil și anume: pentru materiale sensibile, unghiul de înclinare mai mic și secțiunea hașpelului eliptică, unghiul mai mare și secțiunea circulară pentru celelalte materiale.

Pentru evitarea alunecării frecărilor și agățărilor pe barele longitudinale ale hașpelului se fixează țevi în zigzag.

Pentru mașinile cu hașpele, deschise, în calculul termic, în afară de celelalte cantități de căldură care participă în proces, trebuie să se țină seama și de cantitatea de căldură pierdută prin partea deschisă a căzii,

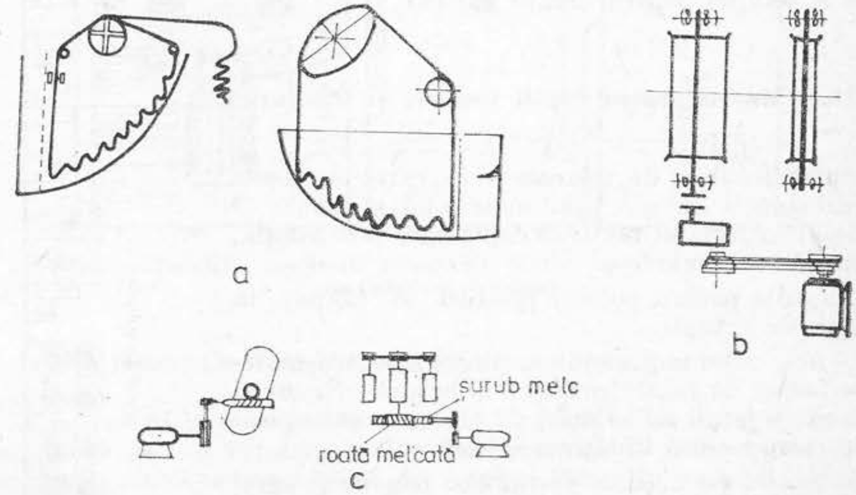
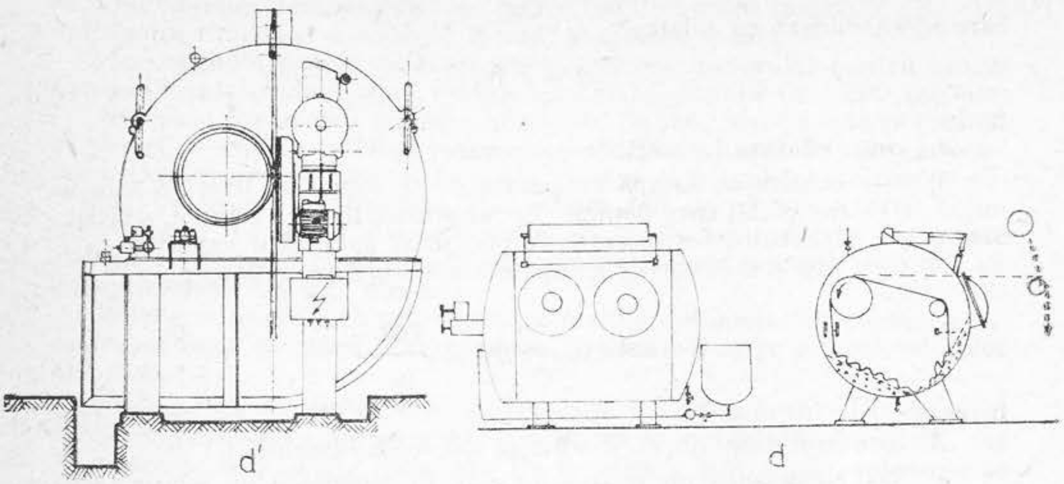
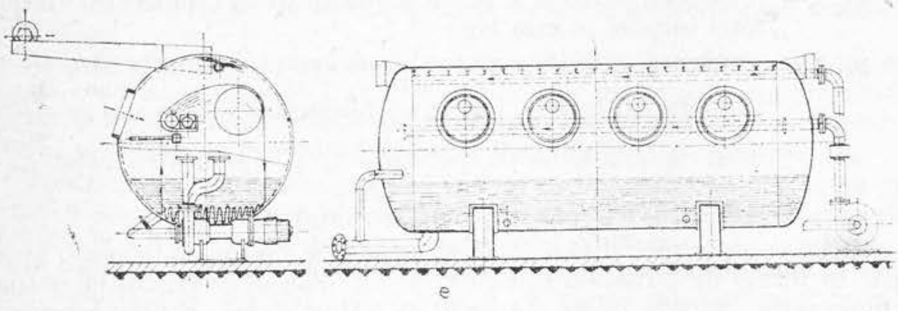


Fig. 305





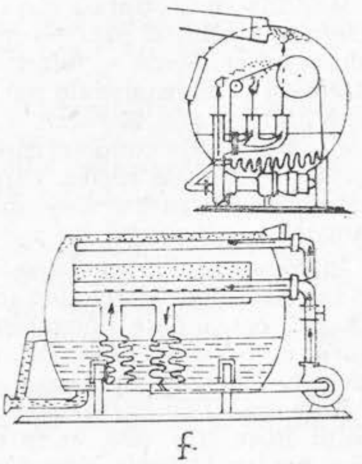


Fig. 305. Mașina cu haspel:
a — construcție; *b*, *c* — schema cinematică de acționare; *d*, *d'* — mașină cu cadă cilindrică; *e* — mașina Krantz cu diametru mare și lungime dublă; *f* — mașină pentru materiale sensibile.

care se calculează cu relația :

$$Q = r\,W,$$

unde :

r este căldura laterală de evaporare ;

W — cantitatea de apă evaporată de pe suprafața liberă a soluției din cadă, care depinde de : suprafața liberă a soluției, de coeficientul de evaporare, de presiunea parțială a vaporilor saturați și a vaporilor de apă din aer, conform relației :

$$W = Ac(p_{sat} - p_{vap.})\frac{760}{p_b},$$

în care :

A este suprafața liberă a soluției din cada deschisă ;

c — coeficientul de evaporare care se calculează cu relația : $c = 0{,}0229 + 0{,}0174\,v$, în care v este viteza aerului deasupra suprafeței soluției, în m/s ;

p_{sat} — presiunea parțială a vaporilor saturați la temperatura suprafeței soluției în mm Hg ;

p_{vap} — presiunea parțială a vaporilor de apă ai aerului în care are loc evaporarea, în mm Hg, se stabilește cu relația : $\varphi = \frac{p_{vap}}{p_{sat}}$, dacă se cunoaște temperatura t, și umiditatea relativă la suprafața oglinzii de evaporare ;

p_b — presiunea barometrică reală, în mmHg.

Mașinile cu hașpel și căzi închise, numite și mașini universale, au un capac în formă de piramidă sau rotund (fig. 305, *d*) prevăzut cu vizoare de observație. Se construiesc și mașini cu lățime dublă. Pentru procese ce au loc pînă la temperaturi de 60°C se folosește căptușeala de viniplast, iar pentru temperaturi mai mari oțelul inoxidabil.

Mașinile cu secțiunea circulară de diametre mari pînă la 2000 mm, cu circulația soluției prin pompe asupra materialului — prin intermediul conductelor perforate se folosesc pentru vopsirea la temperaturi mai mari de 100°C și la hidromodule mici, de 1 : 10 (fig. 305, *e*). Încălzirea se realizează indirect prin sistemul situat sub suportul plan perforat, iar pentru evitarea petelor de condens cada are plafon dublu, încălzit. Unele mașini au și serpentină de răcire, care permite reglarea precisă a temperaturii după vopsire, în cadrul sistemului general de automatizare și de reglare a parametrilor procesului de vopsire.

Introducerea și scoaterea materialului din mașină se execută prin unul sau mai multe deschideri mici cilindrice sau ovale, care sînt prevăzute cu capac, comandate pneumatic. Scoaterea materialului se efectuează cu ajutorul unui hașpel rabatabil, care se coboară automat după deschiderea capacelor. Mașinile cu hașpel pentru vopsirea țesăturilor și tricoturilor din fibre naturale, artificiale și sintetice, construite de întreprinderea Metalul Roșu (fig. 305, *e*) se construesc în două variante : pentru șase funii și pentru 14 funii, corespunzător unui volum de soluție de 1 150 litri,

respectiv 2 420 litri la o viteză de deplasare a materialului textil de 50...60 m/min, temperatura de lucru 100°C, putere instalată 1,1 kW, durata de evacuare a soluției 3 min, respectiv 6 min.

La mașinile pentru țesături grele, puterea motorului pentru antrenarea alimentatorului hașpel, este de 2,2 kW la o turație de 1 000 rot/min. În cazul prelucrării în stare întinsă în lățime, mașina este prevăzută cu pereți de ghidare perforați care se pot deplasa după lățimea materialului. Conducerea procesului se poate efectua și complet automat cu comandă program. În alte variante, asupra foii de material textil acționează jeturi de soluții debitate de două conducte perforate amplasate decalat de ambele părți ale foii de material, modernizare realizată de întreprinderea Metalul Roșu.

Căzile moderne sînt prevăzute cu ventile automate, cu termoregulatoare, cu relee de timp și regulatoare automate pentru nivelul soluțiilor din cadă.

Acționarea mașinilor este individuală. De la motorul electric, prin curele trapezoidale, mișcarea este transmisă la reductorul de viteză, iar de la acesta la hașpelul principal. De la hașpel, prin curele, mișcarea se transmite la rola de scoaterea țesăturii din cadă și la hașpelul mic, de depunerea țesăturii în cadă și de asemenea la hașpelul pentru depunerea țesăturii pe cărucior.

Calculul energetic se conduce ca și în cazul mașinilor de spălat în funie liberă.

La mașinile noi, sistemul de conducere al țesăturii tip „Spiraldo" asigură condiții economice la hidromodule mici de vopsire, uniformitatea vopsirii și reglarea automată a lungimii buclelor, ca urmare a canalelor în spirală, prin care este condusă funia de material textil (fig. 305, *f*).

Pentru vopsirea la temperaturi înalte, căzile au forma ovală, cu guri de încărcare — descărcare prevăzute cu capace ce se deschid în interior, mărindu-se astfel securitatea în timpul cînd cada este sub presiune. În aceste condiții, se poate lucra la viteze mari cu reglarea continuă a proceselor. Soluția este circulată de o pompă ce aspiră din partea anterioară și o refulează printr-un disc distribuitor amplasat pe lățimea peretelui din partea posterioară. În cadrul perfecționărilor de la regulatorul de temperatură, s-a trecut la automatizarea totală prin cartelă program.

În cazul vopsirii materialelor din fibre poliesterice texturate, diametrul căzii cu hașpel ajunge pînă la 2 000 mm pentru încărcarea cu 2...16 rînduri de material textil (țesături sau tricoturi).

În construcțiile destinate țesăturilor textile sensibile, la formarea cutelor se folosesc țevi duble cu jet lat, amplasate la înălțimea rolelor de conducere și a hașpelului, modificîndu-se astfel permanent poziția cutelor. Folosire jeturilor late asigură și o încălzire rapidă contribuind totodată și la reducerea hidromodulului.

În interior, se poate creia presiunea statică prin intermediul aerului comprimat debitat prin jeturi. Pe alimentatorul hașpel sînt montate elemente cu cavitate sub formă de ventuze, din material plastic, care atrag materialul textil cu eforturi mici, suficiente pentru o aderență bună a acestuia.

Rezervorul auxiliar cu care este completată mașina permite prin ventilele respective, reglarea jetului, corespunzător particularităților ce le

prezintă fiecare material textil. O țeavă cu duze montată în capac acoperă toată lățimea mașinii, astfel încît în timpul vopsirii și albirii, spală toate părțile interioare ale mașinii care se află deasupra soluției, evitîndu-se formarea condensului și coroziunea determinată de agenții de albire și eventuale pete. Instalația servește și pentru spălarea mașinii după procesele de vopsire și spălare a materialului textil.

16.4.2. Mașini discontinue pentru vopsit materiale textile în stare întinsă în lățime

Principiul acestor mașini este următorul : materialul textil (țesătură sau tricot) este trecut de mai multe ori prin soluția din cada de vopsit, prin sistemul rolare-derolare, al unei perechi de cilindri (fig. 306, *a*). Folosirea unui hidromodul foarte redus 1/4...1/8, în comparație cu hidromodulul de 1/10...1/40 al mașinilor cu hașpel și productivitatea lor ridicată, explică răspîndirea lor mai mare în comparație cu a mașinilor cu hașpel.

16.4.2.1. Jigherul

Jigherul (fig. 306, *b*) este format din următoarele părți :

— cada, construită din oțel inoxidabil, de forma unui trunchi de piramidă cu baza mică în jos (fig. 306, *c*) sau de formă rotundă ; la partea inferioară este prevăzută cu sistemul de încălzire interior și cu un număr variabil de role de conducere. Amplasarea reciprocă a rolelor diferă de la un tip de construcție la altul, în funcție de numărul și poziția lor, care crează țesăturii un drum mai lung sau mai scurt prin soluție ;

— cilindrii mașinii pe care, în timpul funcționării, țesătura este alternativ rolată și derolată cu trecerea ei prin soluția din cadă. La jigherele moderne, ei se pot deplasa axial pentru rolarea lizieră pe lizieră. Jigherele modificate au dispozitivul de stoarcere format dintr-un singur cilindru care printr-o manivelă este deplasat alternativ pe cilindrul pe care se efectuează rolarea.

— dispozitivul balansor, alcătuit din două role asamblate la un sistem de pîrghii, se sprijină pe cele două foi laterale și pendulează față de axa longitudinală în funcție de variația cantităților de țesătură de pe cilindri (fig. 306, *d*). Rolul lui este de a întinde țesătura în lățime, înaintea înfășurării ei pe cilindru.

— suporturile pentru sulul de recepționare, situate la partea superioară, lateral, în afara căzii (fig. 306, *e* și *f*).

Pentru acționarea alternativă a cilindrilor jigherului clasic, servește un cuplaj cu fricțiune și un sistem de frînare cu saboți (fig. 307). La începutul lucrului se cuplează cilindru fără țesătură pe care aceasta urmează să se înfășoare și se decuplează cilindrul încărcat cu țesătură, care este ușor frînat prin stringerea șurubului saboților de frînă. La schimbarea sensului de circulație a țesăturii, funcțiunile cilindrilor se inversează. Țesătura, întinsă în lățime, circulă în cele două sensuri (4...20 pasaje) în funcție de contextura ei, natura colorantului și nuanța urmărită.

Acționarea jigherului se realizează cu următoarele sisteme :

— prin antrenarea unui singur cilindru și anume a cilindrului de înfășurare a țesăturii, al doilea cilindru fiind antrenat de primul, prin tensionarea țesăturii ;

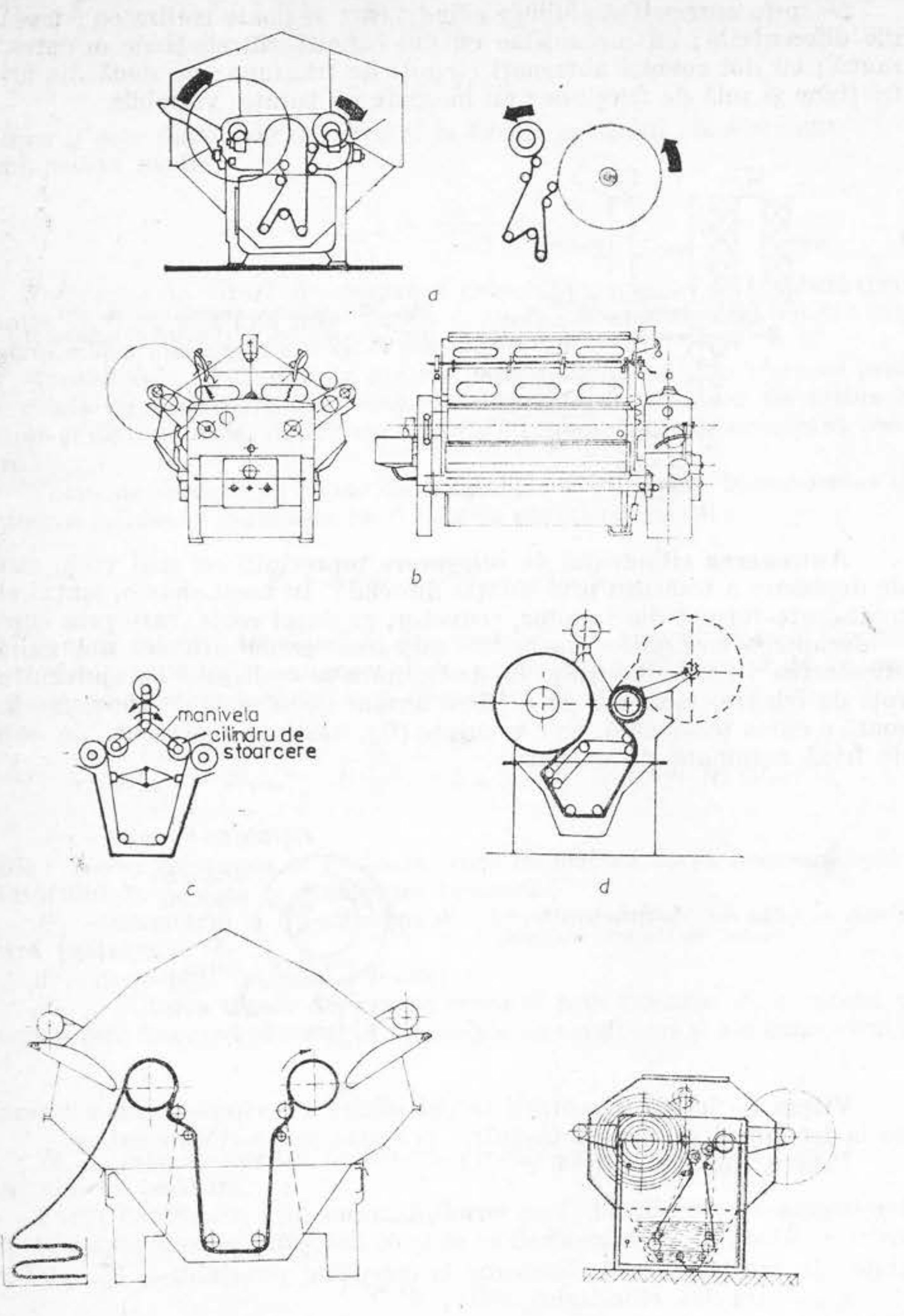


Fig. 306. Jigherul: *a* — schema de lucru a jigherului; *b* — vedere de ansamblu a jigherului; *c* — cada jigherului cu doi cilindri de stoarcere; *d* — dispozitivul balansor al jigherului Benninger; *e* — suporți pentru suluri cu țesătură; *f* — încărcarea mașinii.

— prin antrenarea ambilor cilindri care se poate realiza cu : mecanisme diferențiale ; cu mecanisme cu doi conoizi antrenați de o curea comună ; cu doi conoizi antrenați cu roți de fricțiune ; cu două discuri de fricțiune și rolă de fricțiune ; cu motoare cu turație variabilă.

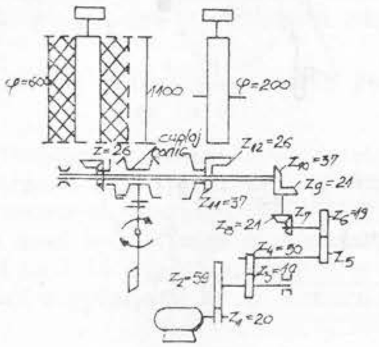
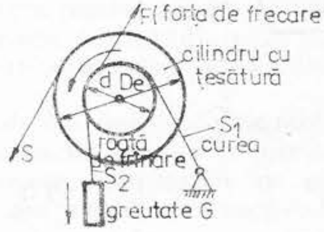


Fig. 307. Schema cinematică de acționare alternativă a cilindrilor jigherului clasic.

Antrenarea cilindrului de înfășurare reprezintă cel mai vechi sistem de deplasare a țesăturii prin soluția din cadă. În acest sistem, lanțul cinematic este format din : motor, reductor, cuplajul conic, care prin cuplare — decuplare transmite alternativ mișcarea unuia din cei doi cilindri. Micșorarea vitezei cilindrului de desfășurare se realizează cu ajutorul unei roți de frînare, montată pe capătul axului cilindrului. Peste ea se înfășoară o curea tensionată, cu o greutate (fig. 308) sau o pereche de saboți de frînă acționată de un șurub.

Fig. 308. Schema pentru calculul tensionării țesăturii.



Viteza de lucru a țesăturii se calculează cu viteza medie a vitezelor de la începutul și finele înfășurării, conform schemei cinematice.

Pentru condiția inițială :

$$v_1 = \pi D_0 n_{c.a.},$$

unde : D_0 este diametrul cilindrului la începutul pasajului = 15...20 cm ;
$n_{c.a.}$ — turația cilindrului activ,

$$n_{c.a.} = n_m \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} \frac{z_5}{z_6} \frac{z_7}{z_8} \frac{z_9}{z_{10}} \frac{z_{11}}{z_{12}}.$$

Pentru condiția finală :

$$v_f = \pi \cdot D \cdot n_{c.a.},$$

unde : D este diametrul cilindrului la finele pasajului ($\cong$ 600 mm).
Deci, viteza medie :

$$v_{med} = \frac{v_i + v_f}{2}.$$

Diferența de viteză de trecere a celor două capete de țesătură prin soluție va fi cu atît mai mare cu cît v_f va fi mai mare, adică cu cît diametrul cilindrului de rolare va fi mai mare.

Tensionarea țesăturii este determinată de frînarea ei la trecerea printre rolele de conducere din cadă, de dispozitivul pendular de întins în lățime și de asemenea, de frînarea cilindrului de pe care se derulează țesătura.

Forța de frecare pe rolele de conducere și pe rolele balansorului de întins in lățime se stabilește ca și în alte cazuri cu relații :

$$F_{fr} = \mu(G_{role} + G_{role\ balansor}).$$

Pentru calculul tensiunii S, din țesătură, în timpul lucrului, se pornește de la condiția ca momentul de antrenare a cilindrului de pe care se destășoară țesătura să învingă momentul de frînare :

$$M_{antr.} > M_{frin.}; \quad S\frac{D_2}{2} = F_{tot.fr.} \cdot \frac{d}{2} + Mom.\,fr.\,ax.,$$

unde : S este tensiunea în țesătură, care determină forța necesară rotirii cilindrului de pe care se desfășoară țesătura ;

D_2 — diametrul la un moment dat al cilindrului de pe care se desfășoară țesătura ;

d — diametrul roții de frînare ;

$F_{tot.fr.}$ — forța totală de frînare produsă prin trecarea F_c a curelei pe roată și prin frecarea țesăturii F_{fr} pe rolele de conducere și ale balansorului.

$$F_{tot.fr.} = F_c + F_{fr};$$

$M_{fr.ax}$ este momentul de frînare produs prin frecarea în lagăre a cilindrului cu țesătură.

Forța de frînare prin curea F, este dată de diferența tensiunilor în capetele curelei ce se înfășoară S_1 și ce se desfășoară S_2 pe roata de frînă :

$$F = S_1 - S_2.$$

Dacă $S_2 = G$, G fiind greutatea care tensionează cureaua și dacă din relația generală :

$$\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu\alpha},$$

se scrie :

$$F = S_1 - S_2 = S_2(e^{\mu\alpha} - 1),$$

atunci $F = G \cdot (e^{\mu\alpha} - 1)$,
în care : μ este coeficientul de frecare ;

α — unghiul de înfășurare.

Considerînd $e^{\mu\alpha} - 1 =$ constant, μ și α rămînind la valori constante în timpul unui pasaj, rezultă că forța de frînare, F, este direct proporțională cu greutatea G, care intinde cureaua și rămîne tot timpul constantă. Prin urmare, forța de frînare F, și deci tensionarea in țesătură, se pot regla prin modificarea greutății G, întrucît $F_{fr.balansor+role}$ rămîne constant.

Momentul de frînare, produs prin frecarea în lagăre a cilindrului cu țesătura, se modifică în timpul lucrului prin micșorarea greutății cilindrului și deci a forțelor de frecare în lagăre. Prin inlocuirea lagărelor de alunecare cu rulmenți, momentul de frînare se poate neglija și deci condiția inițială a egalității momentelor va fi :

$$SD_2 = P_{tot}d,$$

care, pentru o greutate dată și un diametru constant al roții de frînare, se poate scrie : $SD_2 =$ constant, din care rezultă că tensionarea in țesătură, variază invers proporțional cu diametrul cilindrului de pe care se desfășoară țesătura, diametru care nu rămîne constant.

Pentru calculul tensionării S, în diferitele faze, se pornește de la premiza că diametrele celor doi cilindri pe care se rolează — derolează țesătura, variază după legea compensației secțiunilor cu material a acestor cilindri, dacă celelalte condiții de greutate și densitate de infășurare rămîn constante, adică :

$$A_1 + A_2 = A,$$

în care : A_1, A_2 — secțiunile la un moment dat ale țesăturii pe cilindrul care rolează, respectiv pe cilindrul care derulează ;

A — secțiunea unuia din cilindri încărcat cu țesătură la începutul pasajului.

Exprimind aceste secțiuni în funcție de diametre :

$$\frac{\pi}{4}(D_1^2 - D_0^2) + \frac{\pi}{4}(D_2^2 - D_0^2) = \frac{\pi}{4}(D - D_0^2)$$

rezultă :

$$D_2 = \sqrt{D^2 + D_0^2 - D_1^2}.$$

Prin introducerea acestei valori în ecuația momentelor, rezultă :

$$S \cdot \sqrt{D^2 + D_0^2 - D_1^2} = F_t \cdot d,$$

în care : D_0 este diametrul cilindrului fără țesătură. Deci la anumite valori ale lui F_t, d, D, D_0 și diverse valori ale lui D_1 cuprinse intre D_0 și D,

se pot calcula diferite tensionări în țesătură de la începutul pasajului și pînă la terminarea lui.

$$S = \frac{F_{tot.fr.} d}{\sqrt{D^2 + D_0^2 - D_2^2}}.$$

Pe baza unor asemenea calcule, rezultă că raportul diametrelor inițiale și finale ale cilindrilor este egal cu raportul dintre tensionarea minimă și tensionarea maximă :

$$\frac{S_{min}}{S_{max}} = \frac{D_0}{D},$$

prin urmare, deplasarea țesăturii, prin antrenarea cilindrului de înfășurare nu asigură o viteză uniformă a țesăturii și deci în cazul vopsirilor în tonuri deschise poate duce la neuniformități de vopsire. La aceleași efecte negative contribuie și tensionarea inegală provocată de întinderea țesăturii prin frînarea cilidrului de derolare. În plus, în asemenea cazuri țesăturile sensibile sînt deformate.

16.4.2.2. Jighere automate

Jigherele automate se caracterizează prin : schimbarea automată a sensului de circulație a țesăturii prin soluție ; prin menținerea unei viteze constante a țesăturii, deci și a tensionării constante în timpul unui pasaj, stabilită la o valoare optimă pentru fiecare țesătură și prin urmare pe toată durata procesului ; prin oprirea automată la numărul de pasaje stabilit inițial (fig. 309).

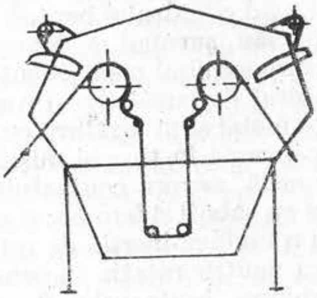


Fig. 309. Jigher automat.

Ele sînt adecvate pentru țesăturile care au tendința de a forma cute permanente și pentru țesăturile sensibile.

Jigherele automate sînt închise și au în plus față de cele clasice următoarele dispozitive : contoare pentru oprirea automată a mașinii la numărul de pasaje stabilit ; mecanismul pentru schimbarea automată a sensului de circulație a țesăturii ; mecanismul pentru reglarea turației cilindrilor la trecerea țesăturii cu viteză constantă prin soluție, de pe un cilindru pe altul ; termoregulatoare.

Mecanismul pentru schimbarea automată a sensului de circulație a țesăturii este comandat în mod alternativ de cilindrii pentru rolarea-derolarea țesăturii și anume de cilindrul de pe care se derolează țesătura, la finele pasajului prin diferite sisteme.

La unele jighere, Vald Henriksen și Metalul Roșu, inversarea sensului se realizează cu două automate trifazice (cîte unul pentru fiecare cilindru), prin schimbarea fazelor în sistemul de alimentare al motorului și deci a sensului.

La alte jighere (Textima), dispozitivul automat pentru schimbarea sensului de rotație al cilindrilor se bazează pe următorul principiu : con-

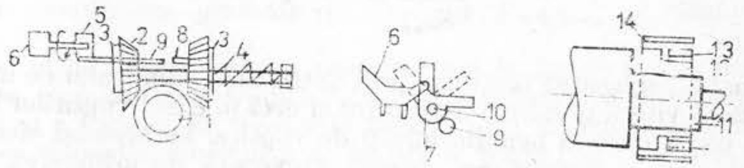


Fig. 310. Mecanismul pentru schimbarea automată a circulației țesăturii : *1* — șurub melc ; *2* — roată melcată ; *3* — disc ; *4* — arc ; *5* — pîrghie lamelă ; *6* — contact cu mercur ; *7* — pîrghie cu camă ; *8*, *9* — știfturi în discul fix și mobil ; *10* — centrul de oscilație ; *11* — bucșe ; *12* — roată pentru clichet ; *13* — disc de frînare ; *14* — sabot cu ferodou.

comitent cu frînarea cilindrului de pe care se derulează țesătura, se execută și blocarea, printr-un sistem de clicheți și stabilirea contactului prin răsturnarea unei bule de mercur, pentru antrenarea cilindrului în sens invers de rotație (fig. 310).

Dispozitivul este format din două limitatoare de cursă, cîte unul pentru fiecare cilindru, care acționează asupra lagărelor cu bule de mercur, pentru modificarea poziției acestora. Răsturnarea bulei de mercur este comandată de axul cilindrului pentru țesătură, care este prevăzut cu șurub melc. La rîndul său, șurubul melc antrenează cu două roți melcate conice. În partea dinspre șurubul melc discul roților este prevăzut cu cîte un știft pentru limitatorul de cursă. La o roată știftul este fix în discul său, iar la cealaltă este mobil și în legătură cu o pîrghie lamelară, pe care o poate acționa printr-o camă în timpul mișcării roții melcate. O dată cu acționarea pîrghiei lamelă, asupra contactului cu mercur, intră în acțiune sistemul de frînare cu saboți și ferodou și sistemul de blocare cu clichet al cilindrului, pentru a învinge inerția de rotație a cilindrului pe care s-a derulat și a-l imobiliza pentru rotația în sens invers.

După stabilirea contactului de mercur, cilindrul se rotește în sens invers. La celălalt cilindru contactul este întrerupt, cilindrul deblocat, și defrînat.

Dispozitivul automat pentru fixarea numărului de pasaje (fig. 311) este format dintr-o bobină cu un miez solidar la un clichet, care acționează o roată dințată. În momentul terminării unui pasaj, bobina este alimentată de curent electric și atrage miezul cu fier, solidar legat cu clichetul, care coboară și antrenează roata dințată, cu un dinte. În momentul pornirii motorului, pentru efectuarea unui nou pasaj, se întrerupe alimentarea bobinei și miezul de fier se ridică fiind rechemat de un resort.

Roata dințată are 20 de dinți, adică egal cu numărul maxim de pasaje ce poate fi efectuat. Un ac se fixează la numărul de pasaje care trebuie efectuat și rămîne în această poziție, iar acul indicator fixat de axul roții,

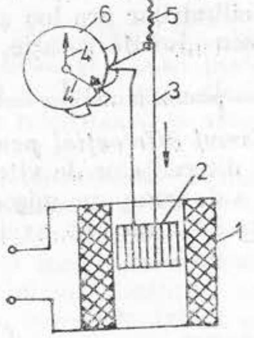


Fig. 311. Dispozitivul automat pentru fixarea numărului de pasaje: 1 — bobină 2 — miez; 3 — clichet; 4 — indicatoare; 5 — arc; 6 — roată dințată.

se deplasează o dată cu roata. În momentul în care cele două ace se suprapun, se realizează un contact care comandă întreruperea alimentării motorului electric.

La alte mașini, cadranul gradat se rotește sub influența unui electromagnet care intră în acțiune la stabilirea contactului cu mercur, determinat de mecanismul de schimbare a sensului de mișcare a țesăturii. Pe măsură ce se efectuează cîte un pasaj se micșorează cu cîte o cifră gradația de pe cadran, iar în momentul cînd acul indicator se află în dreptul cifrei zero, printr-un mecanism se deconectează mașina din circuit, fiind oprită.

În cazul jigherelor clasice, tensionarea pe care o suferă materialul din cauză că numai cilindrul pe care se înfășoară țesătura este acționat, provoacă întinderi mari țesăturii, care pot ajunge pînă la rupere. În plus, tensionarea la care este supusă țesătura nu este constantă nici în timpul unui pasaj și nici de la un pasaj la altul, deși turația cilindrului trăgător rămîne constantă. Acest fapt se explică prin relația vitezei periferice. Dacă diametrul crește de la D_0 la D_1; D_2; $D_3 \ldots D_n$ și viteza periferică va lua valori corespunzătoare de la v_0 la v_1; v_2; $v_3 \ldots v_n$. Cum însă $D_0 < D_1 < D_2 < D_3 \ldots < D_n$, pentru o turație constantă n, și vitezele periferice se vor găsi în aceeași ordine crescătoare: $v_0 < v_1 < v_2 < v_3 < v_n$. Aceste inegalități ale vitezelor în timpul unui pasaj, sînt anihilate în cazul jigherelor automate, deoarece sînt acționați ambii cilindri în timpul deplasării țesăturii: printr-un mecanism diferențial; conoizi cu curea sau cu fricțiune; discuri de fricțiune cu role; motoare cu turație variabilă. Se compensează astfel vitezele acestor doi cilindri și anume: pe măsură ce diametrul cilindrului trăgător crește, turația lui este micșorată și în același timp la cilindrul de derolare al cărui diametru scade, turația se mărește.

Automatizarea se poate extinde și la conducerea procesului tehnologic prin cartelă program.

Jigherul Metalul Roșu, ca și celelalte jighere, servește pentru spălarea, vopsirea și albirea materialelor textile la un număr de pasaje de 1...20, cu întindere uniformă și viteză liniară constantă, reglabilă la trecerea ma-

terialului prin soluţie, de 60–120 m/min. Diametrul cilindrului la încărcarea maximă cu material textil variază de la 600–800 mm la o capacitate a căzii de 0,300–0,730 m³ şi o putere instalată de 2,2 kW.

Oprirea mecanismului de antrenare, de tip diferenţial cu fricţiune, este determinată de o frînă electromagnetică. O dată cu oprirea mecanismului şi a cilindrilor are loc şi deconectarea motorului electric, înaintea schimbării sensului de rotaţie.

Mecanisme pentru antrenarea ambilor cilindri

Mecanismul diferenţial pentru antrenarea ambilor cilindri, în vederea compensării diferenţelor de viteză pentru obţinerea unei viteze constante, are rolul de a descompune mişcarea de rotaţie primită de la motor în două mişcări, care se transmit axelor cilindrilor de înfăşurare şi desfăşurare (fig. 312).

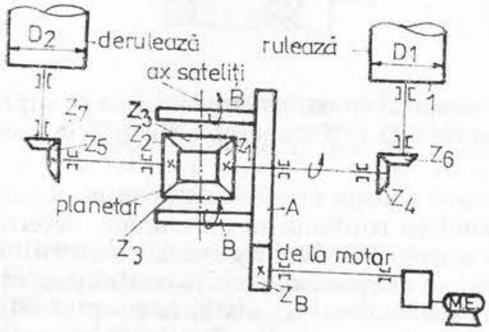


Fig. 312. Mecanism diferenţial pentru antrenarea cilindrilor.

Diferenţialul utilizat la jighere este alcătuit din roata centrală *A*, numită şi coroana diferenţialului, care este legată solidar cu suportul *B*, numit caseta diferenţialului. În casetă este fixat un ax pe care sînt montate liber două roţi dinţate conice, z_3, numite roţi satelite, deoarece ele pot efectua două mişcări : una de rotaţie în jurul axului coroanei diferenţialului împreună cu caseta şi una de rotaţie în jurul axului propriu. Cei doi sateliţi se angrenează cu alte două roţi dinţate conice z_1 şi z_2, numite roţi planetare, care transmit mişcarea mai departe la axele cilindrilor jigherului prin intermediul roţilor dinţate conice z_4, z_6, z_5, z_7.

Antrenarea ţesăturii prin maşină se realizează prin mişcarea transmisă de la motor la roata centrală *A*, prin intermediul unui reductor şi a roţii z_8.

Funcţionarea diferenţialului se caracterizează prin două mişcări distincte şi anume : cînd vitezele celor doi cilindri cu ţesătură sînt egale ($v_1 = v_2$) şi cînd aceste viteze sînt diferite ($v_1 \neq v_2$).

a. În cazul cînd, atît pe cilindrul *1*, care se rolează, cît şi pe cilindrul *2*, care derolează ţesătura, se găsesc cantităţi egale, momentele necesare rotirii lor sînt de asemenea egale. În această situaţie cele două roţi planetare, z_1 şi z_2, se rotesc în acelaşi sens şi cu aceeaşi turaţie, ca şi roata centrală, *A*. La aceste roţi planetare, mişcarea este transmisă prin casetă, prin axul sateliţilor şi prin sateliţii care se rotesc în jurul

axului de mişcare al roţii centrale, A. Sateliţii nu se rotesc însă şi în jurul axului lor, deoarece forţele care iau naştere la locul de antrenare cu cele două roţi planetare sînt egale şi de acelaşi sens, vitezele ţesăturii de pe cei doi cilindrii fiind egale.

b. Cu creşterea diametrului cilindrului care înfăşoară, pentru aceeaşi turaţie constantă, creşte în mod corespunzător şi viteza periferică a lui şi deci viteza ţesăturii tinde să crească. În acelaşi timp, diametrul cilindrului de pe care se desfăşoară ţesătura se micşorează şi viteza ţesăturii tinde să scadă.

Această situaţie, astfel creată, duce la tensionarea ţesăturii, care va frîna cilindrul *1* şi va impulsiona viteza cilindrului *2*. La locul de angrenare al sateliţilor z_3 cu roţile planetare z_1 şi z_2, apar forţe de reacţiune de sens contrar, care dau naştere unui cuplu, ce face ca sateliţii să primească în plus o mişcare de rotaţie în jurul axului lor. Datorită acestui fapt, sateliţii se vor rostogoli peste planetarul z_1, care este frînat şi vor transmite mişcarea primită planetarului z_2; acesta pe lîngă viteza proprie iniţială va primi o rotaţie suplimentară, egală cu cea pierdută de planetarul z_1 şi deci, cu creşterea diametrului cilindrului care înfăşoară, scade numărul de rotaţii al acestuia şi creşte în mod corespunzător numărul de rotaţii ale cilindrului care derolează. În modul acesta, se menţine constantă viteza de mişcare a ţesăturii prin maşină.

Pentru calculul vitezei ţesăturii se pleacă de la formula generală de transmisie a diferenţialului :

$$\frac{n_2 - n}{n_1 - n} = \pm \frac{z_1}{z_2},$$

în care :

n este numărul de rotaţii ale coroanei diferenţialului A ;

n_1 şi n_2 — numărul de rotaţii ale roţilor planetare z_1 şi z_2.

Datorită faptului că roţile planetare şi satelite se angrenează în exterior, ele au un sens de rotaţie diferit, avînd şi acelaşi număr de dinţi, relaţia de mai sus se modifică astfel :

$$\frac{n_2 - n}{n - n_1} = 1$$

şi deci : $n_1 + n_2 = 2n$

Din schema cinematică, rezultă că, raportul de transmitere rămîne neschimbat, deoarece roţile conice z_4, z_6 şi z_5, z_7 prin care se transmite mişcarea la axele cilindrilor au acelaşi număr de dinţi, ca şi roţile planetare z_1 şi z_2.

În acest caz, viteza ţesăturii pentru cei doi cilindri va fi :

$$v_1 = \pi D_1 n_1 \quad \text{şi} \quad v_2 = \pi D_2 n_2,$$

în care : D_1 şi D_2 sînt diametrele cilindrilor cu material la un moment dat.

Prin introducerea valorilor lui n_1 şi n_2 din aceste relaţii, în ecuaţia de mai sus, se poate stabili relaţia vitezei ţesăturii, în funcţie de diametrele cilindrilor pentru rolare-derolare, astfel :

$$\frac{v}{\pi D_1} + \frac{v}{\pi D_2} = 2n, \text{ şi deci : } v = 2\,\pi n \left(\frac{D_1 D_2}{D_1 + D_2} \right),$$

valabilă pentru transmiterea mişcării la axele ambilor cilindri prin intermediul mecanismului diferenţial.

Din punct de vedere al tensionării, rezultă că, atunci cînd forţa de frinare, care acţionează asupra unei roţi planetare creşte şi tensionarea creşte, iar turaţia acesteia scade şi invers. Astfel cuplul motor transmis casetei diferenţialului se distribuie în mod uniform roţilor planetare şi mai departe axelor cilindrului cu material.

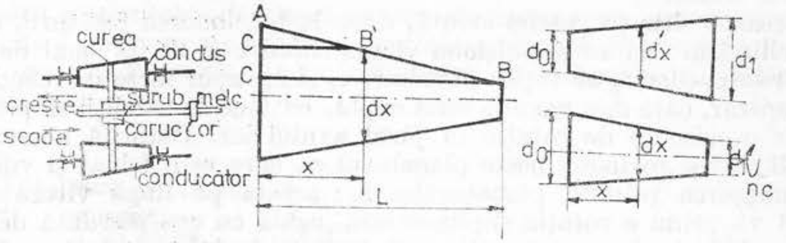


Fig. 313. Mecanism cu conoizi antrenaţi prin curea.

Mecanismul diferenţial folosit ca dispozitiv compensator de viteză, nu asigură o viteză perfect constantă de trecere a ţesăturii prin maşină şi nici o tensionare constantă a acesteia, mai ales în cazul ţesăturilor sensibile.

Mecanismul cu conoizi antrenaţi prin curea (fig. 313) este format din doi conoizi aşezaţi paralel cu bazele mari invers, la care deplasarea curelei pe generatoarele lor se realizează cu ajutorul unui cărucior deplasat de un şurub melc.

La o turaţie constantă a conoidului conducător, pe diametrul mare viteza periferică este maximă, iar pentru diametrul mic minimă. Cureaua, avînd aceeaşi viteză ca şi viteza periferică a conoidului conducător, va antrena conoidul condus cu aceeaşi viteză. Cum însă, diametrului mare al conoidului conducător îi corespunde diametrul mic al conoidului condus, înseamnă că, pentru aceeaşi viteză a curelei, turaţia conoidului condus va creşte, cînd cureaua se va găsi pe diametrul cel mai mic şi invers. Însăşi construcţia conoizilor permite modificarea turaţiilor şi deci a vitezelor. De exemplu, cînd cureaua se va găsi pe diametrul mic al conoidului conducător, la turaţia constantă, viteza periferică va fi mult mai mică, decît atunci cînd cureaua se găseşte pe diametrul mare. Această viteză, mai mică, se va transmite prin curea conoidului condus, pe porţiunea cu diametrul mare şi deci crescînd diametrul, va trebui să scadă turaţia lui, în afară de faptul că viteza periferică iniţială era mai mică decît pentru poziţia curelei pe celălalt capăt.

De-a lungul generatoarei conoizilor, se poate obţine o gamă de turaţii. Luînd în considerare notaţiile de pe fig. 313 şi notînd cu v_{pdo} — viteza periferică a conoidului conducător pentru diametrul mare ; $v_{pd'o}$ — aceeaşi viteză pentru conoidul condus, şi, în mod similar, pentru poziţia curelei în cealaltă parte v_{pd1} şi $v_{pd'1}$ şi cu n_0 — turaţia conoidului conducător, se pot scrie relaţiile vitezelor periferice pentru cele două diametre maxime şi minime : $v_{pdo} = \pi\, d_0\, n_0$ — pentru conoidul conducător şi $v_{pd'o} = \pi\, d'_0 n'_0$ — pentru conoidul condus.

Cum $v_{pd0} = v_{pd'0}$, rezultă că din moment ce $d'_0 < d_0$, n'_0, trebuie să fie mai mare decît n_0.

În mod similar, $v_{pd1} = \pi d_1 n_0$ pentru conoidul conducător și $v_{pd'1} = \pi d'_1, n'_1$ pentru conoidul condus. Cum însă, $v_{pd1} = v_{pd'1}$ și v_{pd1}, respectiv $v_{pd'1}$ sînt mai mici decît v_{pd0} și $v_{pd'0}$ și cum diametrul conoidului condus este mai mare, rezultă că: pe de o parte, $v_{pd1} < v_{pd0}$, iar pe de alta, datorită faptului că $v_{pd} = v_{pd'1}$ și că $d'_1 > d_1$, turația conoidului condus n_1 trebuie să scadă, adică să fie mai mică decît a conoidului conducător.

Iar pentru același conoid condus, rezultă că $n'_0 > n'_1$, ca urmare a variației diametrului. Din această inegalitate a turațiilor rezultă că pentru o turație constantă a conoidului conducător, conoidul condus, în funcție de poziția curelei pe generator, poate avea o turație mai mare sau mai mică decît cel conducător.

În funcție de distanța care trebuie s-o parcurgă cureaua pe conoizi la trecerea țesăturii prin soluție, se calculează numărul de rotații ale șurubului conducător pentru deplasarea curelei. Dacă această distanță este x, iar L este lungimea conoizilor și d_0, d'_0 respectiv d_1 și d'_1 diametrele conoizilor, iar d_x și d'_x diametrele pe care se găsește cureaua la distanța x, atunci, în funcție de datele constructive, se poate calcula distanța pe care trebuie s-o parcurgă cureaua pe conoizi în timpul unui pasaj.

Din asemănarea triunghiurilor ABC și $A'B'C'$ se calculează distanța x pe baza proporționalității laturilor:

$$\frac{AC}{AC'} = \frac{CB}{CB'};$$

din figură se constată că $AC = \dfrac{d_0 - d_1}{2}$.

$$AC' = \frac{d_0 - d_x}{2}; \quad CB = L; C'B' = x;$$

deci: $\dfrac{d_0 - d_1}{d_0 - d_x} = \dfrac{L}{x}$, și, $x = L\dfrac{d_0 - d_x}{d_0 - d_1}$,

în care: L, d_0, d_1 se cunosc constructiv.

Pentru calculul lui d_x se pornește de la condiția tehnologică, ca tensionarea țesăturii să rămînă constantă în timpul unui pasaj și deci al întregului proces de vopsire, adică $v_1 = v_f$, respectiv viteza inițială la începutul pasajului să fie egală cu viteza la finele pasajului.

Pentru calculul acestor viteze se notează: D_0 — diametrul cilindrului fără țesătură; D_x — diametrul cilindrului la un moment dat, cînd cureaua se află pe conoizi la distanța x de la unul din capete, adică corespunzător unui diametru al conoidului inferior (conducător), d_x; n_0 — turația cilindrului fără țesătură la începutul pasajului; n_x — turația cilindrului la un moment dat, cînd pe el se află țesătură corespunzător diametrului D_x; cu n_c^0 — turația cilindrului condus la începutul pasajului și n_c^x — turația conoidului condus la un moment dat, corespunzător diametrului D_x al cilindrului cu țesătură.

Pentru condiția de bază $v_i = v_f$, sau în cazul considerat $v_f = v_x$, deci $v_i = v_x$, exprimînd aceste viteze în funcție de diametrele cilindrilor de

înfășurare și turațiile lor, se obține :

$$v_i = \pi D_0 n_0 \,;\; v_x = \pi D_x n_x \,;$$

dacă : i este raportul de transmisie de la cilindri cu țesătură pînă la conoidul condus, aceste viteze pot fi exprimate în funcție de turația conoidului condus :

$$v_i = \pi D_0 n_0 = \pi D_0 i n_c^0 \text{ și } v_x = \pi D_x n_x = \pi D_x i n_c^x.$$

Aceleași viteze se pot exprima în funcție de datele constructive ale conoizilor, adică de diametrele conoizilor, pentru a stabili turațiile n_c^0 și n_c^x, în vederea calculării lui d_x, necesar în expresiile lui L.

Pentru conoidul conducător :

$$v_i = \pi d_0 n \,;\; v_x = \pi d_x n.$$

Pentru conoidul condus :

$$v_i = \pi d_0' n_c^0 \text{ și } v_x = \pi d_x' n_c^x,$$

adică :

$$v_i = \pi d_0 n = \pi d_0' n_c^0 \text{ și } v_x = \pi d_x n = \pi d_x' n_c^x,$$

din care se scot turațiile conoidului superior pentru cele două poziții corespunzătoare vitezelor v_i și v_x, care se înlocuiesc în primele ecuații, deci :

$$n_c^0 = n \frac{d_0}{d_0'} \text{ și } n_c^x = n \frac{d_x}{dx'},$$

care, pentru condiția de bază $v_i = v_x$, sau $v_i = \pi D_0 i n \dfrac{d_0}{d_0'}$ și $v_x = \pi D_x i n \dfrac{d_x}{d_x'}$, și mai departe, tot pentru $v_i = v_x$ rezultă :

$$D_0 \frac{d_0}{d_0'} = D_x \frac{dx}{dx'}, \text{ de unde : } d_x = d_x' \frac{D_0}{D_x} \cdot \frac{d_0}{d_0'}.$$

Pentru rezolvarea acestei ecuații, care are două necunoscute, se folosește legea valabilă pentru orice secțiune transversală a conoizilor corespunzătoare poziției curelei, adică : $d_0 + d_0' = d_x + d_x'$, fiind posibilă stabilirea lui d_x și prin urmare și calculul lui x.

Turația șurubului conducător al căruciorului, care deplasează cureaua pe generatoarele conoizilor, pe distanța x, se calculează din relația : $x = n_1 p \tau$, în care : n_1 este turația șurubului conducător ; p este pasul șurubului conducător ; τ este durata unei treceri (pasaj) a țesăturii prin soluție. Deci $n_1 = \dfrac{x}{p\tau}$, relație cu care se stabilește inițial turația șurubului conducător pentru a deplasa cureaua pe conoizi în vederea menținerii vitezei constante $v_i = v_f$.

Mecanismul cu conoizi antrenați cu roți de fricțiune prin comandă hidraulică reprezintă cea mai recentă realizare tehnică în perfecționarea jigherilor automate, ciclotric, destinate vopsirii tricoturilor în stare întinsă în lățime.

Toate operațiunile de schimbare a sensului de deplasare a materialului și oprire, în cazul unei defecțiuni sau la terminarea procesului, se execută prin comenzi automatizate, pe cale hidraulică și electromagnetică. Valoarea unei mărimi poate fi modificată independent de celelalte; de exemplu, se poate lucra la viteze liniare foarte mari, cu tensionări minime.

Mecanismul de comandă constă dintr-o pereche de conoizi (fig. 314) așezați în același sens cu bazele mari. Variația de viteză a materialului textil, respectiv variațiile de turații ale cilindrilor se obțin prin deplasarea

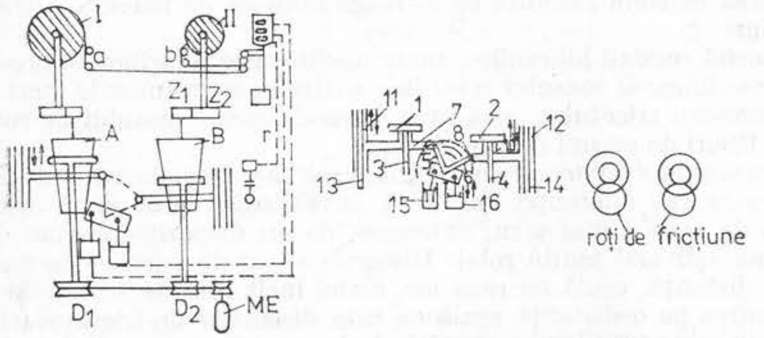


Fig. 314. Mecanism cu conoizi acționați prin role de fricțiune cu comandă hidraulică. Schema cinematică de acționare a jigherului Ciclotric: A, B — conoizi; z_1, z_5 — roți dințate: D_1, D_5 — roți de curea; *1*, *2* — roți de fricțiune; *3*, *4* — axe; *5*, *6* — manivele; *7*, *8*, *9*, *10* — ghidaje; *11*, *12* — cilindri; *13*, *14* — suporturi verticale fixe; *15*, *16* — cilindri hidraulici.

de-a lungul generatoarelor acestor conoizi, a unor roți de fricțiune. Ambele roți sînt solidar legate la un dispozitiv de conducere cu manivelă dublă, așezată la 90°, astfel încît, mișcarea unei roți de fricțiune, într-un sens, pe un conoid, determină mișcarea în sens invers a perechii sale pe cel de-al doilea conoid.

Roțile de fricțiune primesc mișcarea de la motorul electric de acționare prin două axe. Ele se rotesc cu turație constantă și deci cu viteză periferică constantă, pe care o transmit corespunzător, fiecare unui conoid. În funcție de poziția lor pe generatoarele conoizilor, respectiv pe diametrele lor, după relația vitezei periferice, se modifică și turația conoizilor. La acest mecanism, fiecare conoid este condus, deci se poate roti cu turație variabilă în funcție de poziția roții de fricțiune și se realizează prin dispozitivul comun, format din două manivele (cîte una pentru fiecare roată de fricțiune). Capetele manivelelor la modificarea poziției lor, alunecă în ghidajele solidare cu discul roților de fricțiune. La celălalt capăt, ghidajele se termină cu doi cilindri, care, la mișcarea comandată a manivelelor, se deplasează pe verticală în sus sau în jos, pe suporturi verticale fixe, și roțile de fricțiune.

Mişcarea manivelelor este comandată de cilindri hidraulici cu pistoane, în care se trimite o cantitate de lichid prin modificarea poziţiei unui ventil, în funcţie de viteza periferică a materialului textil. În acest scop, un dispozitiv transmite variaţiile de viteză ale materialului, printr-un sistem de pîrghii, comenzii hidraulice.

Axul conoizilor este cuplat, printr-un sistem de roţi dinţate, cu axele cilindrilor de înfăşurare-desfăşurare. Conoizii primesc mişcarea prin roţile de fricţiune, iar acestea prin axele lor de la roţile antrenate prin curea de la motorul electric.

Modificarea sensului de rotaţie şi a direcţiei de deplasare a roţilor de fricţiune pe conoizi, legată indisolubil de modficarea sensului roţilor, are loc în mod automat fără intervenţii exterioare. Automatul care reglează poziţia roţilor de fricţiune pe transmisiile conice funcţionează indiferent de întinderea tricotului stabilită anticipat, dar reacţionează imediat, la modificarea mărimii stabilite pe întreaga lungime de parcurs a tricotului, între suluri.

Datorită reglării hidraulice, toate modificările rotaţiilor se produc lin, chiar şi modificarea sensului rotaţiilor, evitîndu-se întinderile mari dăunătoare structurii tricotului, care apar la modificarea sensului de rotaţie la celelalte tipuri de maşini de vopsit.

Mecanismul de antrenare cu roţi de fricţiune. La jigherul Vald-Henriksen, compensarea diferenţei de viteză se realizează prin două discuri de fricţiune de acelaşi diametru, antrenate de un dispozitiv comun de fricţiune (una sau mai multe role). Discurile au axele paralele aşezate la o anumită distanţă, egală cu raza lor, astfel încît rola de frincţiune poate efectua cursa pe o distanţă egală cu raza discurilor de fricţiune. În mod practic, această cursă este mai mică decît raza discurilor. Rola se roteşte cu o turaţie constantă, deci are o viteză periferică constantă pe care o transmite celor două discuri :

$$v = \omega R = \omega x_1 = \omega x_2,$$

în care : R este raza rolei.
deci :

$$\omega_1 = \frac{\omega R}{x_1} \text{ şi } \omega_2 = \frac{\omega R}{x_2},$$

adică, vitezele de rotaţie ale discurilor D_1 şi D_2 sînt egale cu viteza de rotaţie a rolei, multiplicată prin raportul dintre raza rolei şi distanţele de la axul discurilor pînă la centrul lor.

Prin deplasarea rolei pe direcţia radială, într-un sens sau altul, ea se apropie de centrul unui disc şi se depărtează de centrul celuilalt disc. Viteza periferică v a rolei conducătoare pentru turaţiile n_1 şi n_2 ale discurilor (superior şi inferior) şi pentru poziţia rolei din fig. 315 este :

$$v = 2\pi x_1 n_1 \quad \text{şi} \quad v = 2\pi x_2 n_2.$$

Dacă prin deplasarea rolei, x_1 devine x_0, pentru discul superior şi x_2 devine x_3, pentru discul inferior şi dacă se ţine seama că $x_0 < x_1$ şi $x_3 > x_2$, atunci, la această valoare constantă a vitezei periferice, rezultă că, pentru discul superior, turaţia creşte şi pentru discul inferior turaţia scade.

Din punct de vedere constructiv, elementul de comandă şi antrenare a discurilor poate fi : o rolă fixă pe ax, o rolă cu bile decalate sau o rolă deplasabilă pe un ax înclinat.

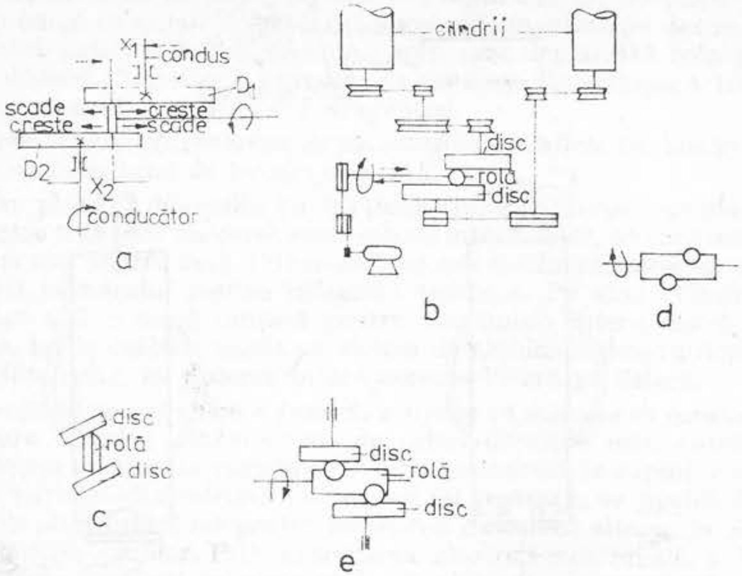


Fig. 315. Mecanism de antrenare cu fricţiune : *a* — detalii funcţionale ; *b* — schema generală de antrenare a cilindrilor jigherului ; *c* — role de fricţiune ; *d* — bile decalate pe ax ; *e* — ansamblu de discuri cu role de fricţiune.

La jigherul fabricat de Metalul Roşu (fig. 316) mecanismul de antrenare prin fricţiune este un sistem diferenţial închis, format din două discuri de fricţiune antrenate printr-o rolă înclinată, acţionată de la motor. Datorită poziţiei înclinate a axului rolei, faţă de axul discurilor, iau naştere două forţe de frecare F_1 şi F_2, corespunzător fiecărui disc, care se descompun în cîte două componente orizontale şi verticale. În momentul în care turaţia celor doi cilindri este aceeaşi, componentele forţelor de frecare se anulează, prin forţele orizontale F_0, care fiind de sens contrar şi egale, se anulează.

În momentul în care, diametrul unui cilindru creşte (cilindrul de înfăşurare) la o turaţie constantă, va creşte şi viteza periferică, iar viteza periferică a celuilalt cilindru de desfăşurare, scade. Crescînd turaţia, deci viteza cilindrului, aceasta va provoca o forţă de frecare mai mică între celălalt disc şi rolă. Componenta axială nu se mai anulează şi în acest mod apare o deplasare axială a rolei, care va egala modificarea turaţiei celor doi cilindri, încît viteza periferică a rolei şi deci a ţesăturii va fi constantă. Această egalare, se produce în mod continuu prin deplasarea rolei între cele două discuri.

De la motorul electric (fig. 316, *b*) prin curea trapezoidală mişcarea este transmisă unei şaibe extensibile (cu miez mobil (fig. 316, *a*) ce poate fi deplasat cu ajutorul unui filet cu două începuturi), iar de aici axului

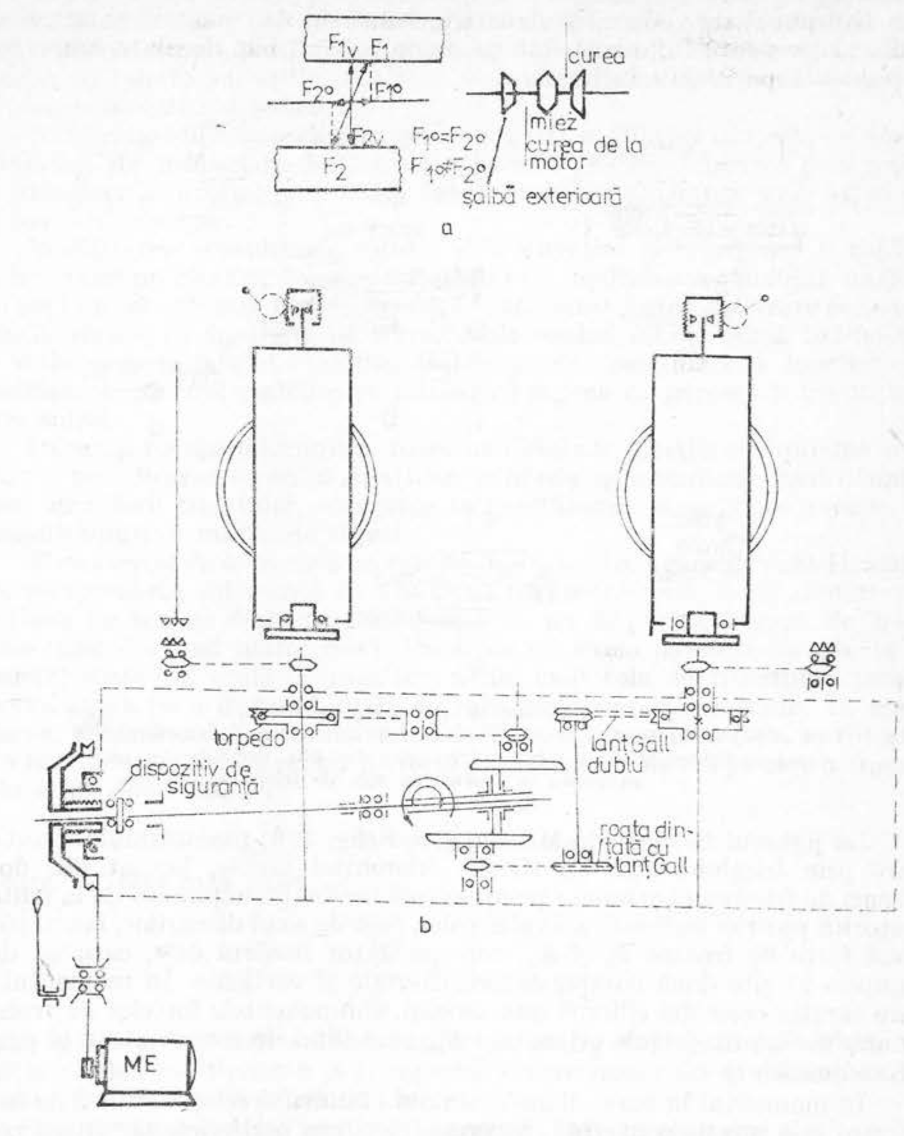


Fig. 316. Mecanismul de antrenare prin fricțiune la jigherul Metalul Roșu : *a* — detalii funcționale și constructive ; *b* — schema cinematică de acționare.

înclinat ce poartă rola de fricțiune. Șaiba extensibilă prin modificarea poziției miezului își poate mări sau micșora diametrul și deci se poate modifica turația ce trebuie transmisă axului înclinat. Datorită acestei construcții, șaiba poate fi considerată ca un variator de viteză.

Șaiba extensibilă antrenează o șaibă liberă, prevăzută cu ferodou, în vederea cuplării ei cu axul înclinat. Cuplarea se realizează cu ajutorul

unui electromagnet. La stabilirea circuitului electric, șaiba liberă este atrasă și cuplată, prin urmare axul este antrenat (fig. 316, *b*).

Rola de fricțiune se poate deplasa în lungul axului, deoarece ea este fixată pe o bucșă cu canale de ghidare ; bucșa este montată pe doi rulmenți. În momentul antrenării se crează un cuplu care deplasează rola față de cele două discuri. Cuplul este provocat de tendința de variație a tensionărilor ca și în cazul mecanismului diferențial.

La unele construcții, rola are forma rotunjită, la altele are bile în scopul micșorării coeficientului de frecare (fig. 315, *c*).

Solidar pe axul discurilor cu fricțiune sînt roți dințate antrenate cu lanț gall, care transmit mișcarea unui arbore intermediar, pe capătul căruia se află două roți pentru lanț. Printr-un lanț gall dublu, mișcarea este transmisă axului cilindrului pentru înfășurat țesătura. Pe axul cilindrului la un capăt se află o roată dințată pentru transmisia intermediară la alte mecanisme, iar la celălalt capăt un sistem de acționare pentru deplasarea axială a cilindrului, în vederea rolării corecte lizieră pe lizieră.

Mecanismul de antrenare a fiecărui cilindru cu motoare cu turație variabilă. Fiecare cilindru din sistemul de rolare-derolare este antrenat de către un motor cu turație variabilă. Pentru motoarele de curent continuu, o dată cu variația diametrului cilindrului cu țesătură, se modifică parametrii lui de alimentare, iar pentru motoarele de curent alternativ se poate modifica poziția periilor. Prin antrenarea electrică individuală a fiecărui cilindru, viteza țesăturii se poate regla cu ajutorul aparatelor electronice de control și comandă în limite foarte largi, 0—120 m/min, iar tensionarea țesăturii între 0—78,5 daN.

Jigherul extralat, tip Metalul Roșu, a cărui schemă cinematică este prezentată în fig. 317, se utilizează pentru procesele de descleiere, spălare, fierbere, albire, vopsire sau alte tratamente ude ale materialelor textile în stare întinsă în lățime, din bumbac, in, fibre sintetice și amestecurile acestora. Se caracterizează printr-o lățime maximă de lucru de 2 200 mm ; temperatura de 98°C, viteza de lucru de 60 m/min la un număr de 32 pasaje, pentru o capacitate de încărcare de 350 kg și un diametru maxim al cilindrului de 1 000 mm.

La unele jighere (KOVO), antrenarea se realizează cu electromotoare diferențiale, la care rotorul și statorul se rotesc în sensuri opuse, fiecare antrenînd cîte unul din cilindri prin intermediul unui reductor. Numărul de rotații ale fiecărui părți — rotor și stator se modifică în funcție de diametrul cilindrului cu țesătură.

La jigherul Hydromat, acționarea cilindrului de înfășurare și desfășurare se efectuează hidraulic.

Viteza și tensionarea țesăturii se mențin practic constante prin compensatorul hidraulic (jighere Benteler) și pot fi reglate în timpul rotației cilindrilor, în mod continuu, prin ventile, între 8 și 120 m/min, respectiv între 0 și 68,6 daN.

Antrenarea se mai poate realiza și cu ajutorul unui cilindru central pe care se sprijină radial cei doi cilindri de înfășurare-desfășurare.

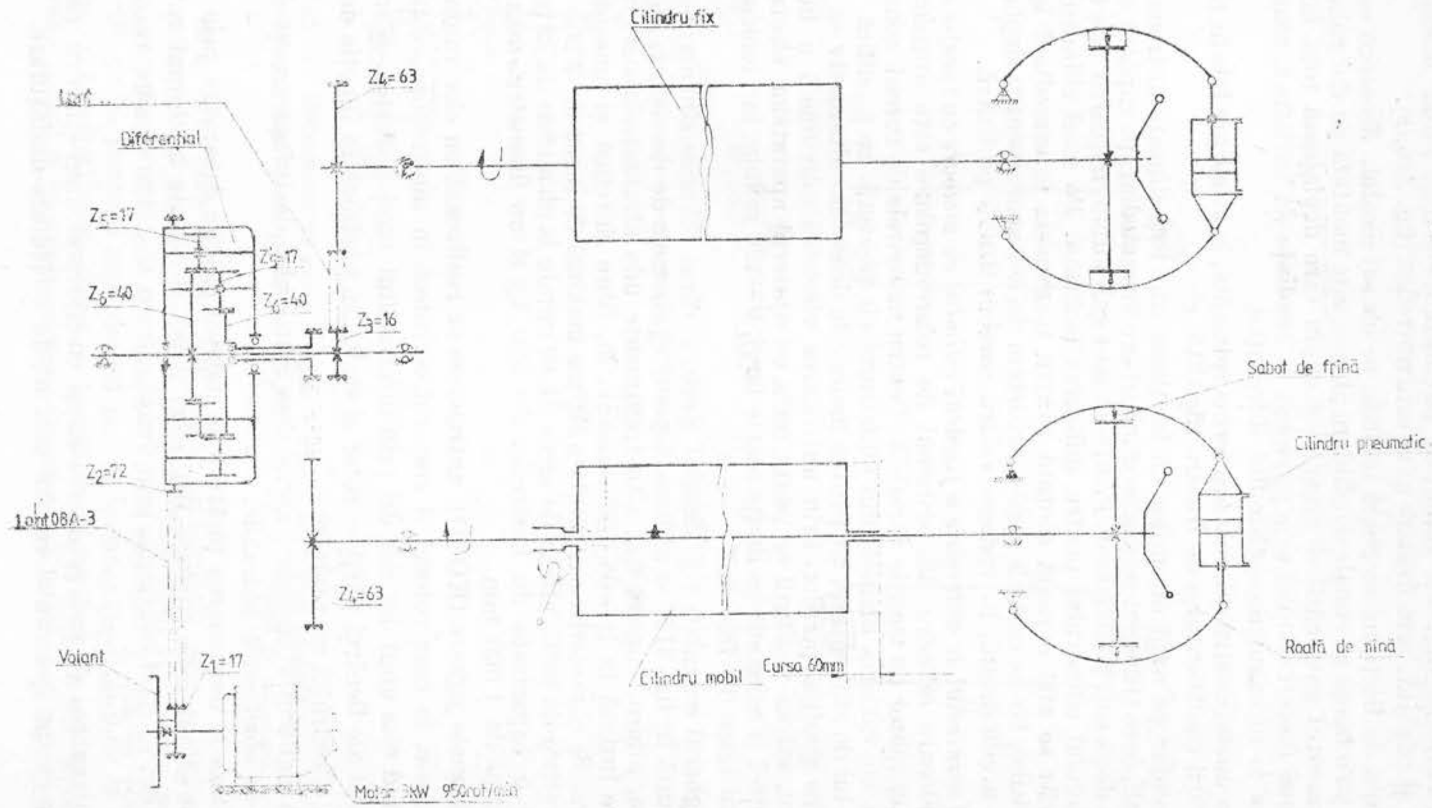


Fig. 317. Schema cinematică de acționare a jigherului extralat.

16.4.2.3. Jighere speciale

Jigherele cu căzi speciale și antrenarea cu cilindru oscilant se caracterizează printr-o formă specială a căzii, care este alcătuită din două părți: una mai mică în partea inferioară, în formă de V, pentru impregnare și alta mai mare la partea superioară, care servește, împreună cu partea mică, pentru spălare. Cilindrul de înfășurare al jigherului este acționat printr-un

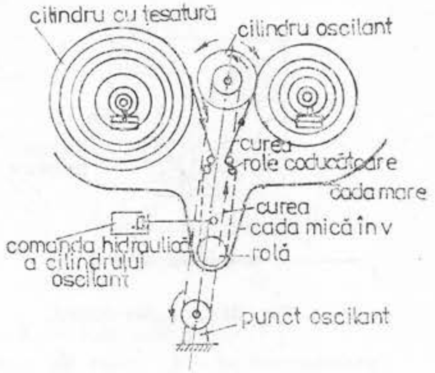


Fig. 318. Jigher cu cadă specială și antrenare cu cilindru oscilant.

cilindru de antrenare oscilant, care este presat spre el cu o presiune constantă ce poate fi reglată în limite largi. Cilindrul de antrenare poate servi și ca cilindru de stoarcere. Pe un cilindru se pot înfășura circa 2 500 m țesătură de greutate 150 — 200 g/m². Ele se folosesc pentru pregătirea preliminară (descleiere, fierbere), albire și pentru vopsire.

De obicei, sînt agregate cu camerele de termodepozitare, care sînt cuplate cu mașinile de spălat în foaie întinsă și cu camerele de aburire.

Jigherele cu închidere ermetică servesc pentru fierberea sub presiune a țesăturilor groase, pentru vopsirea la temperaturi mai mari de 100°C și pentru fixare. În ansamblu, ele au aspectul unei autoclave de tip orizontal, in care țesătura este supusă procesului de fierbere în stare întinsă în lățime.

Capacul lor are o formă bombată și se asamblează la cadă prin buloane și garnituri etanșe. Pe noul jigher Benninger, prevăzut cu dispozitive de stoarcere și cu sisteme de automatizare, se pot prelucra suluri cu diametru pînă la 1 000 mm la viteză reglabilă continuă între 10 și 130 m/min.

Jigherul-fulard este o combinație între un fulard cu trei cilindri și un jigher obișnuit. Pe cele două role de la partea inferioară ale jigherului (fig. 319) presează încă o rolă superioară cu o presiune reglabilă între 2—10 kg/cm, realizată printr-un sistem hidraulic. Mașina este adecvată pentru țesăturile de paltoane și pentru țesăturile grele. Rola de presiune poate fi ridicată și detașată, mașina putînd lucra și ca un jigher obișnuit.

16.4.2.4. Mașini de vopsit cu suport în formă de stea

Aceste mașini sînt cu acțiune discontinuă și servesc pentru vopsirea țesăturilor deosebit de sensibile la întindere și frecare (pluș, țesături de

mătase). Din punct de vedere constructiv, nu se deosebesc de aburitoarele cu suporți în formă de stea (fig. 320).

Materialul, prins cu lizierele de cîrligele suportului și așezat în formă de spirală pe suport, este mișcat în plan vertical (printr-un mecanism special) sau orizontal (prin simpla mișcare de rotație) prin soluție.

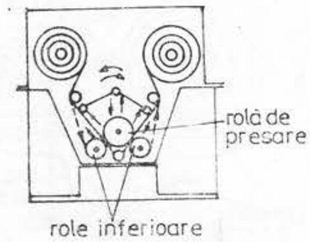


Fig. 319. Jigher-fulard.

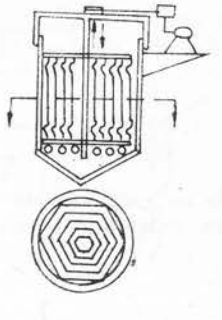


Fig. 320. Mașină de vopsit cu suport în formă de stea.

Mașinile impun un volum mare de muncă, au productivitate redusă și hidromodulul mare.

16.4.3. Mașini continue pentru vopsit țesături în stare întinsă în lățime

În comparație cu căzile de vopsit cu hașpel și jigherele folosite în procesele discontinue, la care procesul se desfășoară printr-o acțiune mai îndelungată și repetată a colorantului asupra fibrei, deci cu productivitate mică, în aceste mașini, operațiile de tratare prealabilă, de vopsire și retratare, se succed fără întrerupere una după alta, crescînd productivitatea și posibilitatea vopsirii în partizi mari, nuanțe egale.

Orice instalație de vopsit cu acțiunea continuă este formată din trei părți : de impregnare prealabilă (imbibare), de fixare a colorantului prin aburire, de spălare și, de la caz la caz, completată cu compensatori cu depunătoare, în funcție de tipul de colorant folosit, care de altfel determină diversitatea mașinilor de vopsit. Pe aceste instalații, formate din mai multe agregate individuale, se pot vopsi continuu trenuri de țesături cu viteză de deplasare de 50–100 m/min.

Vopsirea continuă prezintă următoarele avantaje : economie de manoperă, de energie, de apă, de coloranți și auxiliari chimici ; durată mică de vopsire ; obținerea vopsirilor de aceeași intensitate și nuanță pentru loturi mari de țesătură ; spațiu redus.

Însă, vopsirea continuă prezintă și următoarele dezavantaje : la schimbarea culorii, timpul necesar curățirii instalației este mai mare ; nu se pot folosi toți coloranții sau combinațiile uzuale de culori ; se obțin în general vopsiri cu rezistențe mai mici decît la vopsirea discontinuă.

Mașinile cu role, de construcție similară mașinilor de spălat cu acțiune continuă, reprezintă cele mai vechi mașini de vopsit cu acțiune continuă.

Ele au capacitate mare și pentru vopsit sînt necesare cel puțin două-trei căzi. Aceleași îmbunătățiri s-au adus mașinilor de vopsit cu role ca și mașinilor de spălat și anume : turbinatoare (fig. 321, *b*), compartimentarea căzilor (care au un conținut mic de soluție) cum sînt mașinile Williams (fig. 321, *a*).

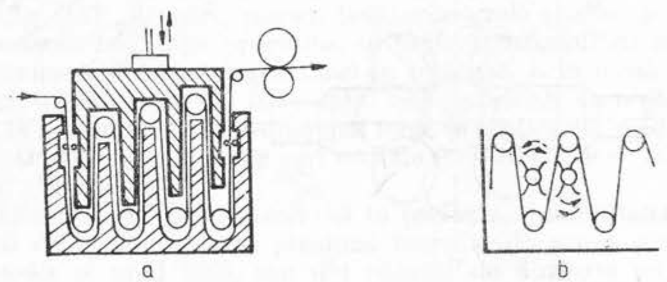


Fig. 321. Mașină cu role multiple :
a — tip Williams cu dislocuitor de flotă ; *b* — cu turbinatoare.

Cada unităților Williams, compartimentată, este prevăzută cu o serie de role așezate decalat pe două rînduri orizontale la partea ei superioară și inferioară. Spațiul corespunzător dintre două role ale rîndului orizontal inferior este ocupat de o serie de pereți despărțitori fixați la cadă, iar cel corespunzător rolelor de pe rîndul superior, de o serie de pereți despărțitori, mobili în plan vertical, prin a căror deplasare se pot obține capacități dorite.

Datorită acestei construcții crește și efectul de turbulență prin mișcarea țesăturii în soluția din spațiile înguste, cît și prin amplasarea rolelor superioare pe nivele crescînde, în sensul de mișcare a țesăturii. Aceste nivele urmăresc partea terminală a pereților despărțitori ficși și deci soluția circulă în cascadă în contracurent față de țesătură.

Asemenea unități intră în construcția agregatelor pentru vopsit și spălat țesături.

Fulardele. Funcționarea lor se bazează pe următorul principiu : țesătura cu anumită viteză, în funcție de natura fibrei și a colorantului, este supusă trecerilor continue prin soluția din cadă și stoarcerilor repetate. Datorită vitezei mari de trecere a țesăturii prin fulard, fără rolarea și derolarea pe cilindri așa cum se întîmplă la jighere, productivitatea lor este mare, fapt ce permite agregarea în instalații de vopsit cu acțiune continuă. Fulardele sînt cele mai importante părți constructive ale oricărui agregat de vopsit cu acțiune continuă.

Importanța fulardului a crescut considerabil în ultimii ani, deoarece permite ca prin agregarea lui cu o mașină de vopsit discontinuă, să realizeze și procese de vopsire semicontinuă. La aceasta se mai adaugă și tendințele actuale de extindere a procesului de vopsire cu coloranți reactivi, prin impregnarea pe fulard și depozitarea la rece pe suluri (procedeul Pad-Betch).

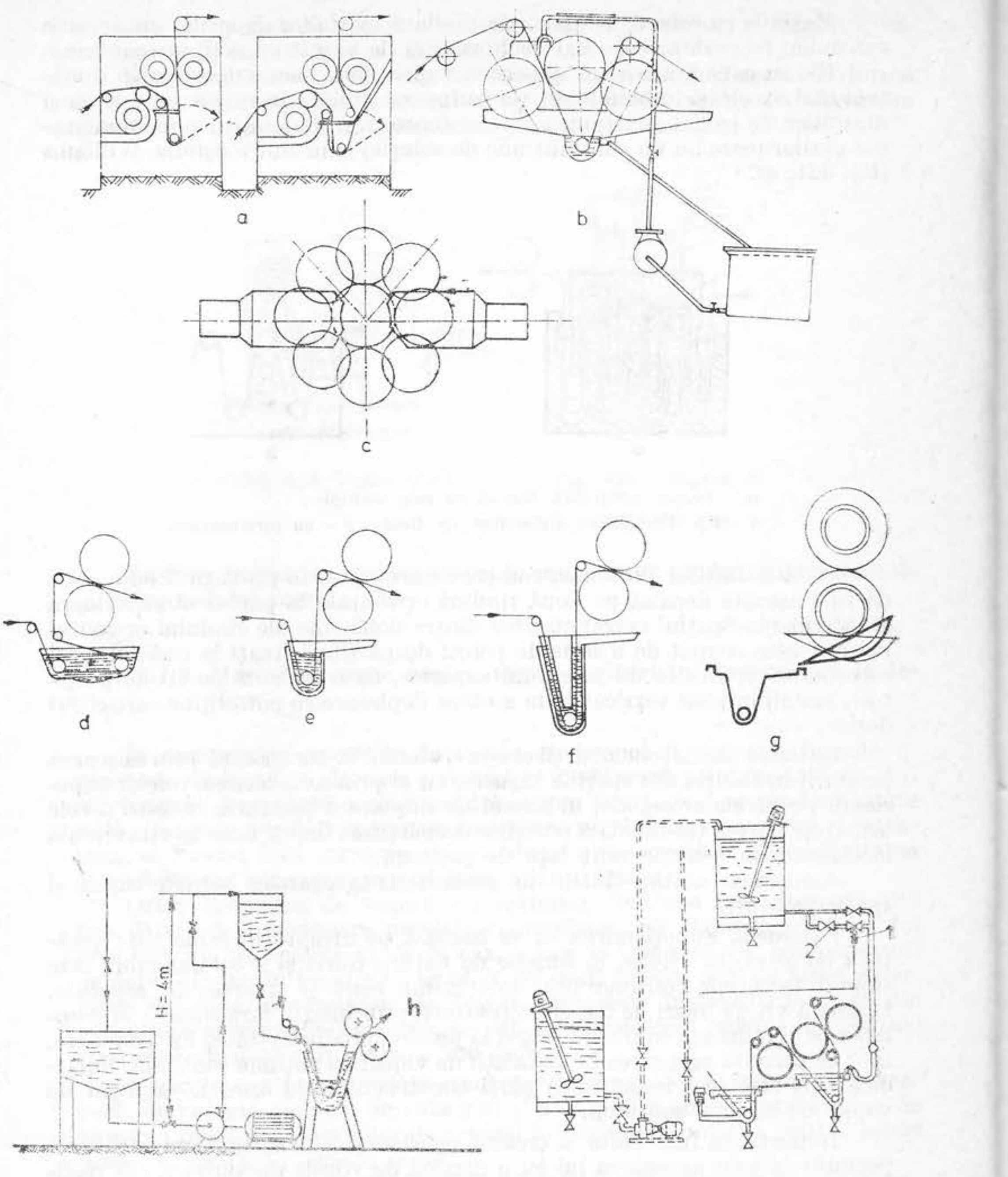


Fig. 322. Tipuri de fularde:
a — cu doi cilindri; *b* — cu trei cilindri amplasaţi pe un arc de cerc; *c* — cu trei cilindri rabatabili tip Matex; *d* — cu cadă plată de 48 de litri tip Mezzera; *e* — cu cadă îngustă înaltă; *f* — cu cadă înaltă şi dislocuitor de flotă; *g* — cu cadă rabatabilă; h şi *i* — cu reglarea nivelului: *1* — ventil electromagnetic; *2* — ventil de reţinere.

Vopsirea pe fulard este rentabilă din punct de vedere economic și pentru unități de producție mai mici, care prelucrează cantități mari de țesătură în aceeași culoare și pentru care, o instalație de vopsire continuă, ar fi nejustificată din punct de vedere economic. Numărul cilindrilor de stoarcere și poziția lor față de cadă variază de la o construcție la alta, în limite foarte largi, în funcție de numărul de treceri ale țesăturii prin soluție. Astfel, se construiesc fularde cu 2, 3, 4 și mai mulți cilindri de stoarcere (fig. 322). Uneori, pentru țesăturile grele și dese și pentru țesăturile, care n-au fost bine pregătite, se preferă fulardul cu doi cilindri — deși el determină tensionări mai mari în țesătură — în locul fulardului cu trei cilindri. Cilindrii din țel inoxidabil sînt îmbrăcați cu o cămașă cu grosime pînă la 35 mm. La o grosime mai mică se obține un grad de stoarcere mai mare. Duritatea cilindrilor tari este de 90—100° Shori, iar a celor moi de 60—85° Shori.

Repartizarea uniformă a soluției în țesătură și simultana îndepărtare a excesului de lichid necesită presiune mare și de aceea se alternează un cilindru moale și unul tare, sau doi cilindri de duritate mijlocie pentru fiecare loc de stoarcere. Gradul de stoarcere ridicat micșorează migrarea colorantului, murdărirea rolelor de conducere și mărește randamentul uscării.

Cada fulardului (fig. 322, *a—g*) are o capacitate foarte mică, care poate fi modificată prin corpuri de deplasare de diferite forme, sau prin însăși introducerea cilindrilor de stoarcere în soluție. De asemenea, ea poate fi schimbată cu altă cadă de aceeași capacitate. Numărul și amplasarea reciprocă a rolelor de conducere din cadă, de asemenea variază de la o construcție la alta. Menținerea constantă a nivelului este asigurată prin dozatoare și indicatoare de nivel (fig. 322, *h* și *i*).

Fulardele FU-2, FU-3 tip Metalul Roșu (fig. 323) pot executa operații de stoarcere, apretare, pe una sau pe ambele părți ale foii de țesătură și de asemenea, vopsirea în flux semicontinuu — prin procedeul Pad-Roll și Pad-Steam — și de asemenea, în flux continuu prin procedeul termosol.

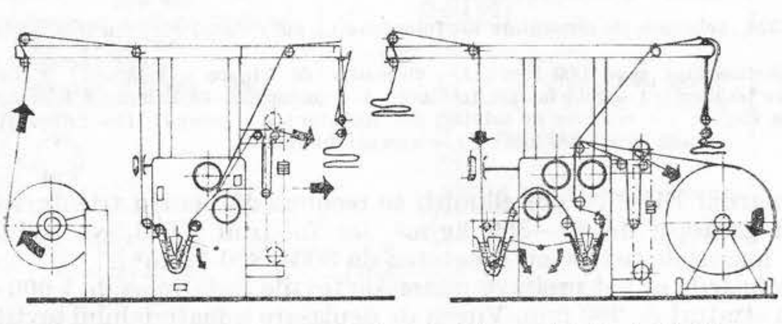


Fig. 323. Schemele de lucru ale fulardelor cu doi și trei cilindri.

Fulardul asigură gradul de presare pe cale pneumatică cu posibilități de reglare fără trepte.

Alimentarea poate fi asigurată : fie de pe role cu diametru mare de 1 000 mm, fixate pe dispozitivul de desfășurare, fie de pe role de diametru 1 600 mm, pe cărucior, sau din falduri, cu ajutorul sistemului de introdu-

cere (fig.324). În partea posterioară a fulardului se poate amplasa dispozitivul de înfășurare pe role cu diametru pînă la 1 600 mm, cu acționare pneumatică și cu grup hidraulic de antrenare pentru rolă și depunător de fald, acționat mecanic de la fulard (fig. 325, *a* și *b*).

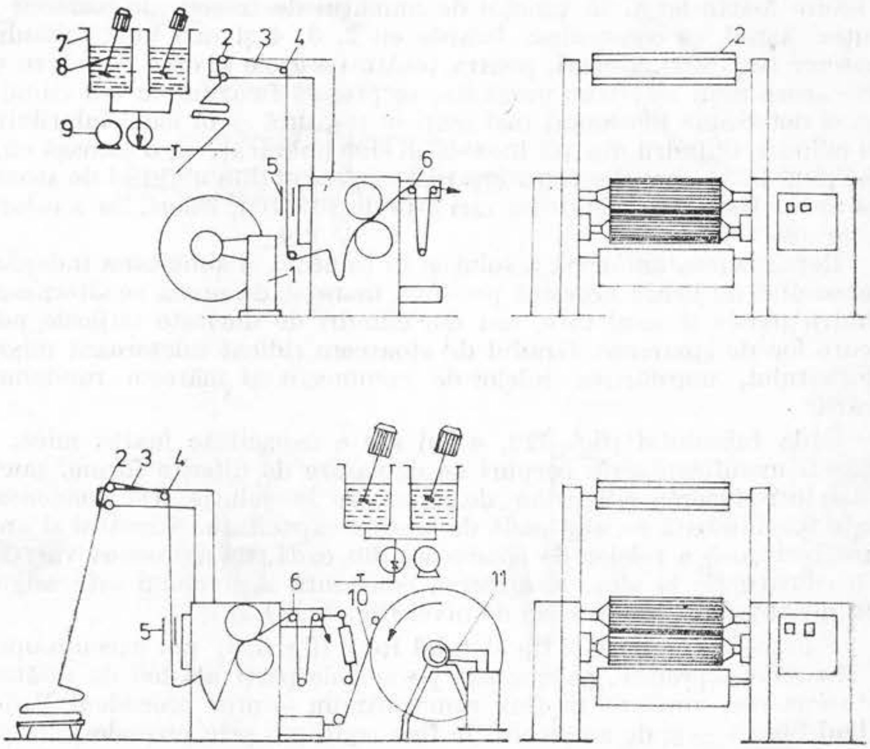


Fig. 324. Schemele de alimentare ale fulardelor cu doi cilindri FU_2, cu înfășurător de rolă:
1 – desfășurător φ = 1000 mm; *2* – dispozitiv de frînare a țesăturii; *3* – suport intrare țesătură; *4* – rolă intrare țesătură; *5*– conducător de lizieră; *6* – compensator de viteză; *7* – rezervor de soluție; *8* – agitator; *9* – pompă; *10*– înfășurător de rolă φ = 1600 mm; *11* – agregat hidraulic.

Fulardul FU-2 cu doi cilindri, se recomandă pentru tricoturi și țesături cu greutate de 80–300 kg/m², iar fulardul FU-3, cu trei cilindri pentru materiale textile cu greutatea de 300–800 kg/m².

Pe fularde se pot prelucra materiale textile cu lățimea de 1 000–2 400 mm, cu straturi de 200 mm. Viteza de deplasare a materialului textil se realizează în cinci domenii de la 0,8–88; 1,1–110; 1,3–130; 1,6–160; și 1,9–190 m/min, prin servoreglare.

Duritatea cauciucului pentru cilindrii convenționali este de 100; 85; 75 grade Shore și de 85; 75 grade Shore pentru cilindri elastici. Presiunea pe linia de contact a cilindrilor 4,9 daN/cm; gradul de stoarcere este de 65% pentru o duritate de 100–85° Shore și de 70–80% pentru operațiile de impregnare și apretare, pentru o duritate de 85/85 grade Shore.

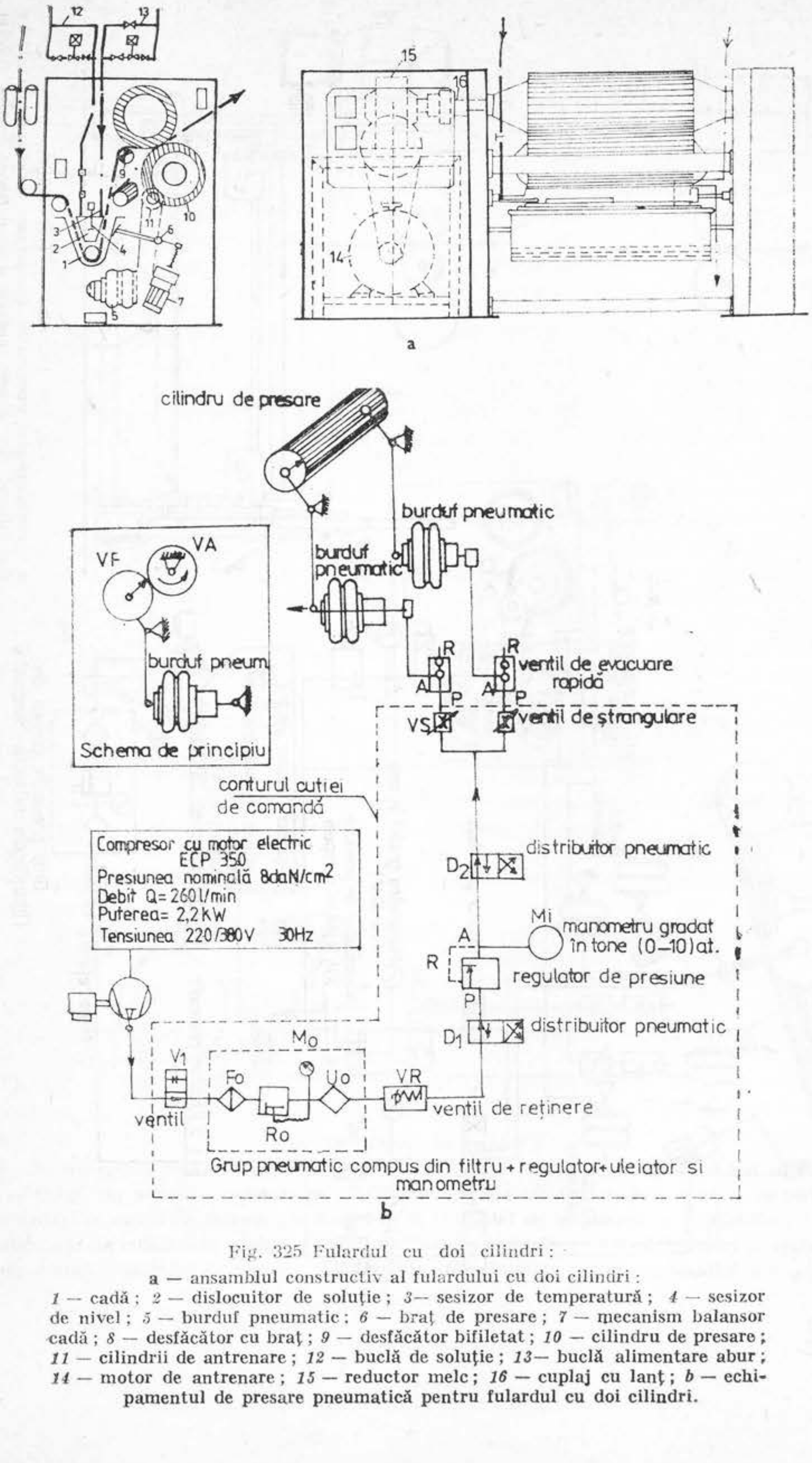
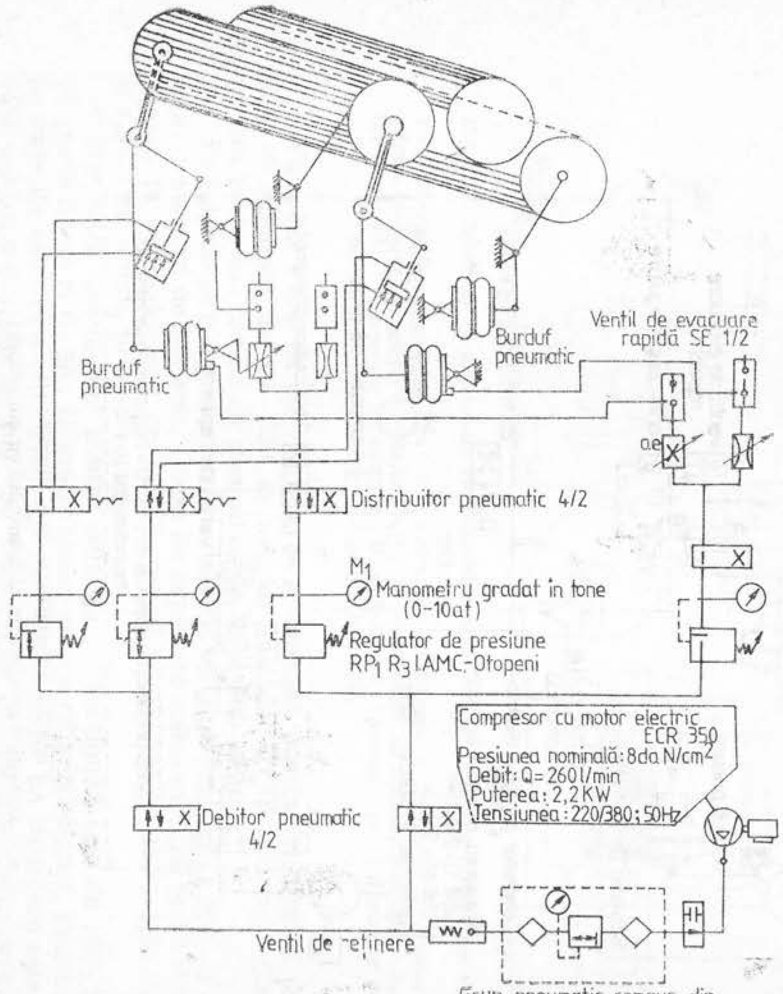


Fig. 325 Fulardul cu doi cilindri :

a — ansamblul constructiv al fulardului cu doi cilindri : *1* — cadă ; *2* — dislocuitor de soluție ; *3* — sesizor de temperatură ; *4* — sesizor de nivel ; *5* — burduf pneumatic ; *6* — braț de presare ; *7* — mecanism balansor cadă ; *8* — desfăcător cu braț ; *9* — desfăcător bifiletat ; *10* — cilindru de presare ; *11* — cilindrii de antrenare ; *12* — buclă de soluție ; *13* — buclă alimentare abur ; *14* — motor de antrenare ; *15* — reductor melc ; *16* — cuplaj cu lanț ; *b* — echipamentul de presare pneumatică pentru fulardul cu doi cilindri.



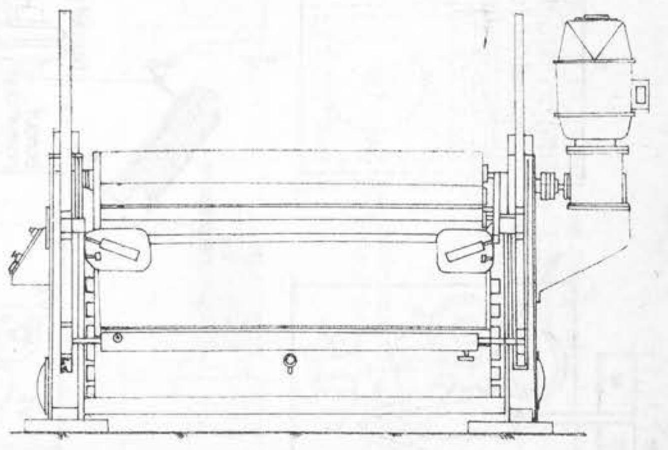


Fig. 326. Fulardul cu trei cilindri:
a — echipamentul pneumatic de presare pentru fulardul cu trei cilindri; *b* — vedere generală a unui fulard cu trei cilindri

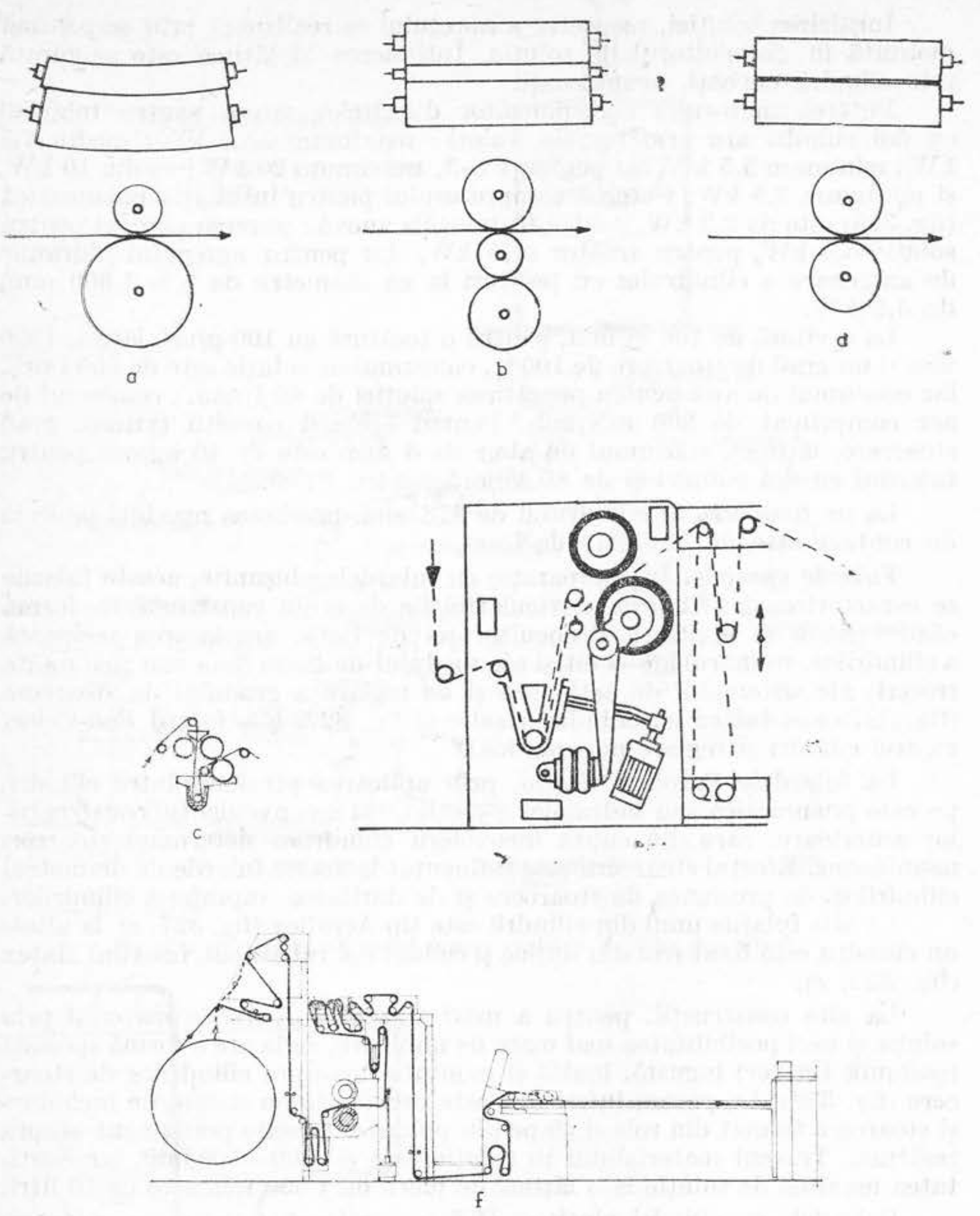


Fig. 327. Tipuri de fularde :

a — fulard cu doi cilindri (unul elastic de diametru mai mare) ; *b* — fulard cu trei cilindr Pad-Color, tip Supro ; c — fulard de construcție specială (cu trei cilindri) a căzii, cu particularități în modul de tratare (cu două băi) și în modul de amplasare al cilindrilor ; *d* — fulard cu doi cilindrii de diametre egale, tip Paroll ; *e* — fulard cu două imersări și reglare pneumatică a gradului de presare ; *f* — agregarea fulardului cu reglare pneumatică la o ramă de uscat.

Încălzirea soluției, respectiv a apretului se realizează prin serpentină montată în dislocuitorul de soluție. Întinderea în lățime este asigurată prin cilindrii curbați, neantrenați.

Puterea motorului corespunzător diferitelor viteze pentru fulardul cu doi cilindri are următoarele valori : maximum 13,5 kW ; mediu 7,5 kW ; minimum 5,5 kW, iar pentru FU-3, maximum 20 kW ; mediu 10 kW, și minimum 7,5 kW. Puterea compresorului pentru instalația pneumatică (fig. 326) este de 2,2 kW, pentru instalațiile anexă : puterea pompei pentru soluție 5,5 kW, pentru arzător 8,75 kW, iar pentru agregatul hidraulic de antrenare a cilindrului cu țesături la un diametru de $\varphi = 1\,600$ mm, de 5,5 kW.

La o viteză de 100 m/min, pentru o țesătură cu 100 g/m^2, lățime 1000 mm și un grad de stoarcere de 100%, consumul de soluție este de 500 l/oră, iar consumul de apă pentru pregătirea soluției de 80 l/min. ; consumul de aer comprimat de 200 mN/min. Pentru aceleași condiții (viteză, grad stoarcere, lățime), consumul de abur de 3 atm este de 40 kg/oră pentru fulardul cu doi cilindri și de 80 kg/oră pentru FU-3.

La un diametru al cilindrului de 373 mm, presiunea maximă pe linia de contact este de 59—68,9 daN/cm.

Fularde speciale. În comparație cu fulardele obișnuite, aceste fularde se caracterizează atît prin particularitățile de ordin constructiv — forma căzii îngustă și înaltă, a dislocuitorului de flotă, amplasarea reciprocă a cilindrilor, numărul lor — cît și ale modului de lucru (una sau mai multe treceri) ale sistemului de acționare și de reglare a gradului de stoarcere (fig. 327, *a* — fulard cu cilindru elastic și fig. 327, *b* — fulard Pad-Color, cu trei cilindri și reglare pneumatică).

La fulardele Paroll și Supro, prin aplicarea presiunii între cilindri, pe cale pneumatică sau hidraulică s-a înlăturat inconvenientul construcțiilor anterioare, care din cauza încovoierii cilindrilor determină stoarceri neuniforme. Efectul stoarcerii este influențat la aceste fularde de diametrul cilindrilor, de presiunea de stoarcere și de duritatea suprafeței cilindrilor.

La alte fularde unul din cilindrii este tip Aeroflex (fig. 327, *c*) la altele un cilindru este fixat (cel din mijloc și ceilalți doi rabatabili, fulardul Matex (fig. 322, *c*).

La alte construcții, pentru a mări traseul parcurs de material prin soluție și deci posibilitatea mai mare de îmbibare, cada are o formă specială (pedquik Gerber) îngustă, înaltă și montată deasupra cilindrilor de stoarcere (fig. 328). La partea inferioară este prevăzută cu sistem de închidere și stoarcere format din role și clape din poliester presate permanent asupra țesăturii. Traseul materialului în soluție este de 200—500 mm, iar cantitatea maximă de soluție la o lățime de lucru de 1 000 mm este de 10 litri.

Fulardele cu cilindri plutitori (Küsters) asigură o stoarcere uniformă datorită faptului că în spațiul de cîțiva mm dintre cilindru și ax, se află ulei sub o presiune bine determinată, astfel încît aceștia se adaptează pe țesătură. Instalația hidraulică (fig. 329) permite o reglare lină și continuă.

Fulardul VACU-PAD asigură o impregnare sub nivel cu 30% mai mare ca urmare a conducerii țesăturii printre rola de conducere și calota de aspirare — la un vid de aspirare de 25 Torr — și în continuare printre doi cilindri Paroll (fig. 330).

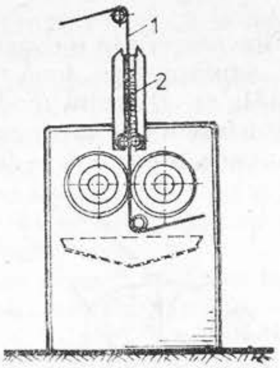


Fig. 328. Fulard Padquick-Gerber:
1 — țesătură; *2* — impregnare în soluție.

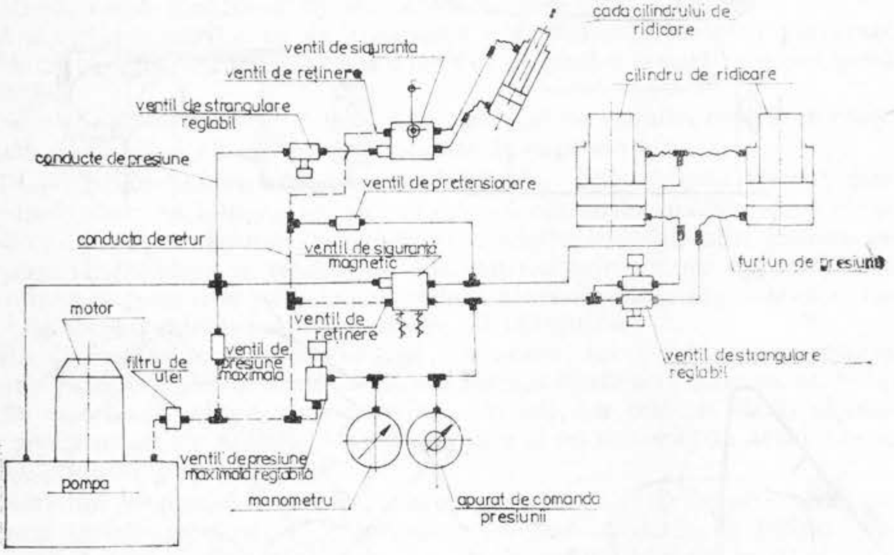


Fig. 329. Instalația hidraulică pentru reglarea gradului de presare.

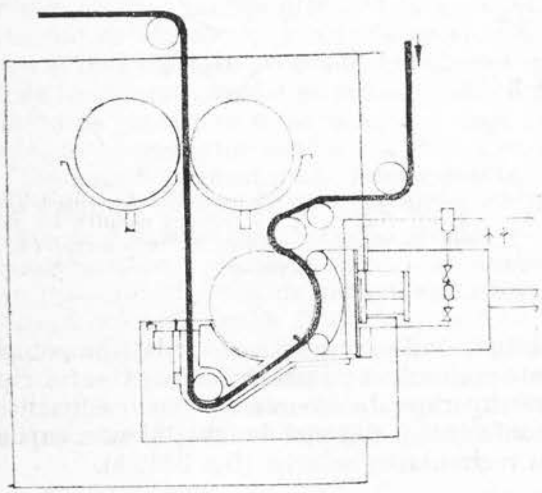


Fig. 330. Fulardul Vacupad.

Mașina Fibe reprezintă o construcție specială de fulard cu patru cilindri orizontali, suprapuși pe două rînduri, realizînd patru linii de contact între ei (fig. 331, *a*). Datorită modului de amplasare a cilindrilor se realizează un spațiu foarte mic între cei patru cilindri. Fulardul este prevăzut cu două căzi : căda interioară — formată de spațiul liber dintre cei patru

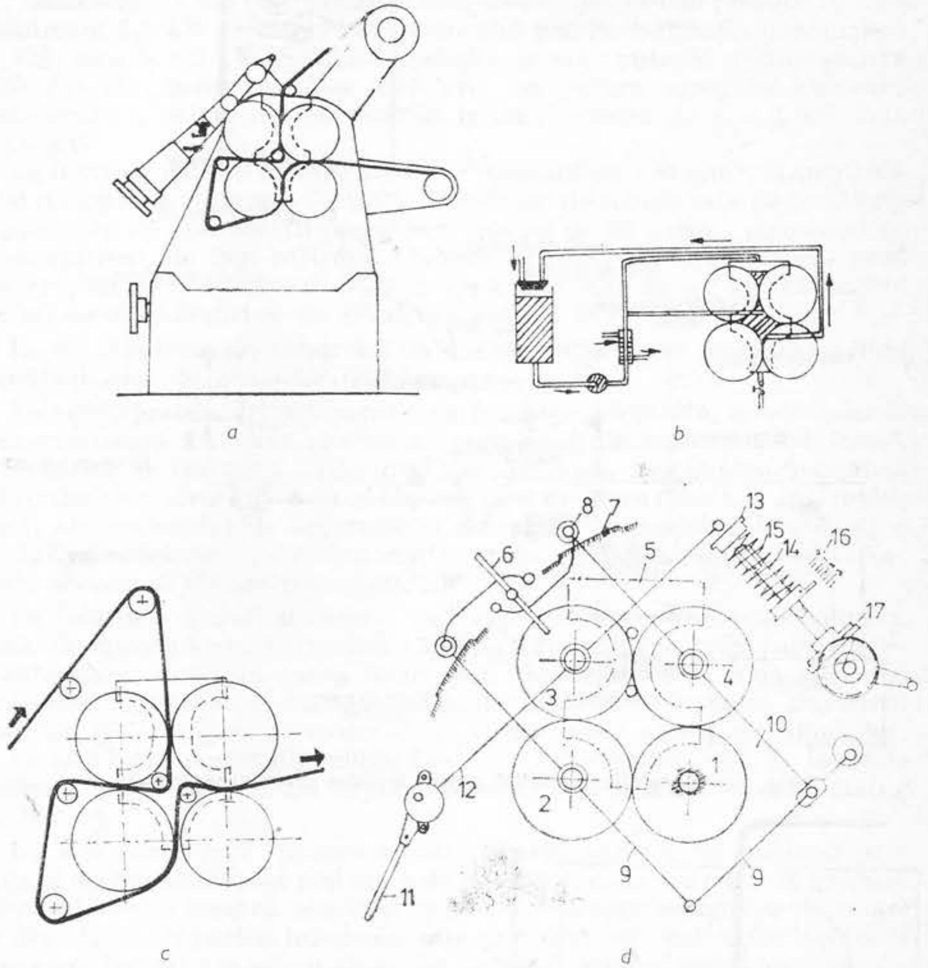


Fig. 331. Mașina Fibe :
a — schema generală ; *b* — schema circulației soluției ; *c* — traseul țesăturii ; *d* — dispozitivul pentru reglarea gradului de presare : *1* — cilindru fix ; *2, 3, 4* — cilindri mobili ; *5* — plăci de etanșare ; *6* — inchizător cu mîner ; *7* — cale de ruare ; *8* — role ; *9, 10* — pîrghii ; *11* — mîner ; *12* — închizător cu excentric ; *13, 14, 15* — sistem de presare ; *16* — scală gradată ; *17* — sistem de acționare.

cilindri — cu o capacitate de 24 litri, cînd soluția este recirculată cu pompa, sau de 18 litri cînd soluția nu este recirculată ; cada superioară — formată din spațiul liber dintre cilindri superiori de stoarcere — cu o capacitate de 8 litri. Rezervorul tampon confecționat din oțel inoxidabil cu o capacitate de 10 litri, servește pentru recircularea soluției (fig. 331, *b*).

Cei patru cilindri (fig. 331, c) sînt grupați în două perechi, în funcție de diametrele lor; o pereche de cilindri tari în lagăre fixe cu diametrul de 250 mm și cealaltă pereche cu cilindri moi în lagăre mobile de diametru 270 mm. Printr-o singură trecere a țesăturii prin fulard se obțin trei impregnări și patru stoarceri sau patru stoarceri și două impregnări, cînd se lucrează numai cu o singură cadă de impregnare, de exemplu cu cada interioară.

În cazul vopsirii cu patru stoarceri și două impregnări prima stoarcere este aplicată țesăturii uscate avînd loc dezaerarea, fapt ce permite creșterea receptivității față de soluția de impregnare.

Stoarcerile și impregănările repetate permit, mai ales în cazul fulardării cu dispersii de colorant, o bună pătrundere a particulelor de colorant în țesătură, fapt ce anihilează în mare măsură fenomenul de migrare. Circulația soluției în fulard se efectuează continuu și intens cu o pompă centrifugă, după încălzirea în schimbătorul de căldură extern.

Alimentarea căzilor se realizează cu ajutorul a patru țevi perforate (cîte două țevi pentru fiecare cadă), fapt ce asigură o repartizare omogenă a soluției.

Sistemul de stoarcere al celor două perechi de cilindri este bine etanșat prin două plăci de etanșare amplasate la capetele lor.

Dispozitivul pentru reglarea presiunii (fig. 331, d) este format dintr-un închizător cu mîner, pentru apropierea cilindrilor mobili către cilindrul fix, care este acționat, astfel încît distanța între cilindri rămîne de 1—2 mm. Închiderea se realizează prin rotirea unui mîner cu 180°, fapt ce produce rostogolirea pe calea de rulare a unor role și acționarea sistemului de pîrghii solidare cu axele libere ale cilindrilor.

Un al doilea închizător excentric, cu mîner, servește pentru reglarea presiunii între cilindri. Închizătorul este format dintr-o pîrghie cu un braț, pe care este fixat solidar axul cilindrului mobil, iar celălalt capăt al brațului prevăzut cu un arc elicoidal de presare și cu mînerul de acționare al închizătorului.

Sistemul de presare propriu-zis este format din două arcuri elicoidale, cîte unul la fiecare capăt al cilindrului acționat. Arcurile se întind prin intermediul unei piulițe, mobilă pe un șurub, solidară cu un capăt de arc. Celălalt capăt al arcului este solidar cu brațul pîrghiei acționate. Șurubul pe care alunecă piulița primește mișcarea de rotație prin intermediul unui reductor de viteză de la un motor electric și prin deplasarea sa întinde arcul și deci mărește presiunea cilindrului mobil spre ceilalți cilindri. Funcție de întinderea arcului se poate modifica gradul de presare al cilindrilor. Gradul de presare se urmărește pe o scală gradată, în fața căreia se deplasează un ac indicator solidar cu piulița șurubului;

Mașina Standifast poate fi considerată ca un fulard cu sistem de stoarcere original, diferit de sistemul obișnuit și anume: cu ajutorul presiunii create de o baie de metal topit, care dezvoltă o presiune uniformă, intimă, pe ambele fețe și de lungă durată. În același timp cu stoarcerea, țesătura este încălzită cu baia de metal topit, fapt ce contribuie la o mai bună fixare a colorantului în fibră. Mașina este formată (fig. 332, a) din două căzi, caracterizate ca și în cazul altor construcții, prin spații înguste. Prima cadă situată la partea superioară conține soluția de vopsit, iar a doua la partea inferioară conține baia de metal topit. Partea terminală a primei căzi, comunică printr-o fantă cu baia de metal topit. Datorită acestui fapt

se poate menţine temperatura constantă a soluţiei, prin transferul căldurii, de la baia de metal, prin conductibilitate. Temperatura băii de metal topit este de 95...150°C, baia fiind alcătuită dintr-un aliaj de Bi, Cd, Sn, Pb, cunoscut sub numele de aliaj Wood, cu punct de fuziune de 70...75°C.

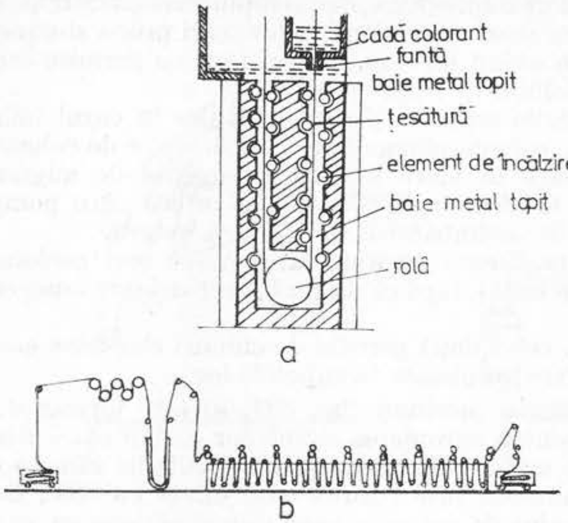


Fig. 332. Maşina Standfast : *a* — construcţia căzii ; *b* — agregarea maşinii Standfast cu utilaje pentru fazele post vopsire.

Încălzirea ei se realizează indirect, cu abur, prin ţevi aşezate pe ambele părţi ale ţesăturii. Baia de metal topit se găseşte atît în spaţiul îngust, prin care trece ţesătura cît şi la partea superioară a corpului de deplasare din cada de metal topit. Această construcţie impune o etanşare şi izolare perfectă a băii de metal topit, în scopul menţinerii unei temperaturi constante.

Cada maşinii este alimentată în mod continuu cu soluţie de colorant. Pentru evitarea aderării particulelor metalice la ţesătură, aceasta, înainte de a intra în maşină, este încălzită la 70°C. Ţesătura parcurge cada cu soluţie şi cada cu baie de metal pe o lungime de 3 m. Maşina poate lucra cu diferite viteze care pot ajunge pînă la 110 m/min (fig. 332, *b*) asigurînd astfel o productivitate foarte ridicată. Şi la jigherile automate se ating viteze mari însă productivitatea lor este determinată de numărul de pasaje.

Pentru procedeele semicontinui în general, se utilizează aceleaşi utilaje ca şi la procedeele discontinue, de exemplu :

— în procedeul Pad-jig (fularde-fixare la jigher), pentru vopsirea ţesăturilor din fibre celulozice cu coloranţi de cadă, după tratarea la fulard, urmează fixarea colorantului într-un jigher capsulat ;

— în procedeul Pad-Roll (fig. 333) (fulardare-înfăşurare), pentru vopsirea ţesăturilor din fibre celulozice cu coloranţi direcţi, după îmbibarea ţesăturii cu soluţia de colorant la fulard, urmează fixarea colorantului printr-un tratament termic, într-o cameră de reacţie, a ţesăturii înfăşurate pe un sul (fig. 333, *a*) sau preuscare cu RI şi desăvîrşirea reacţiilor în camera de retratare (fig. 333, *b*) ;

— în procedeul Pad-Steam, după varianta Artos, după fulardare urmează fixarea colorantului într-o cameră de tratare cu abur (fig. 334) ;

— la maşina Svetema, între fulard şi zona de uscare cu radiaţii infraroşii se amplasează un dispozitiv pentru reglarea turaţiei sulului cu ţesă-

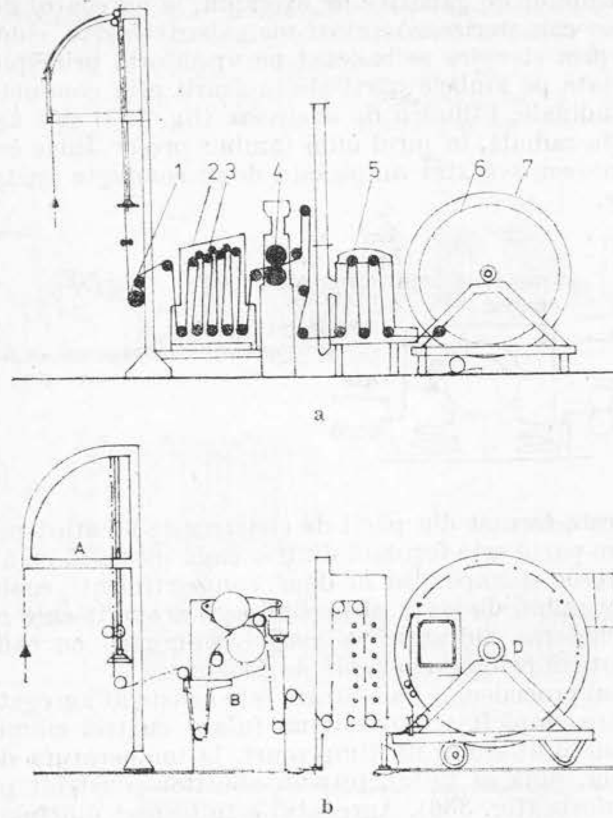


Fig. 333. Utilajul pentru vopsirea prin procedeul Pad-Roll: *a* — varianta cu maşină de tratamente chimice: *1* — conducător de foi de ţesătură; *2* — maşină de tratamente chimice; *3* — stoarcere preliminară; *4* — sistem de stoarcere; *5* — aburitor; *6* — rolă cu ţesătură impregnată; *7* — cameră de reacţie termică; *b* — varianta de agregare cu fulard; *A* — alimentare; *B* — fulard; *C* — preîncălzitor cu RI; *D* — cameră de reacţie termică.

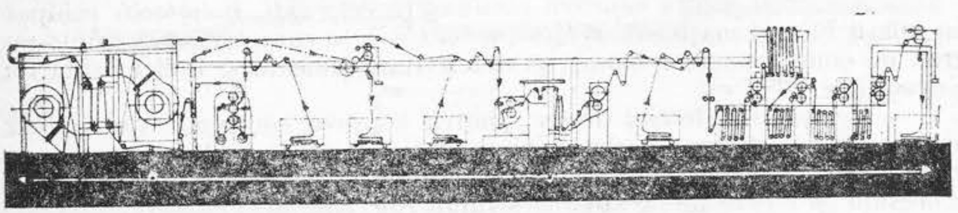


Fig. 334. Utilaj de vopsire prin procedeul Pad-Steam.

tura înfăşurată. Acest procedeu semicontinuu de vopsire cu cameră de reacţie mobilă se bazează pe acelaşi principiu de lucru ca şi procedeul semicontinuu de albire cu cameră de reacţie mobilă.

Agregate cu acțiune continuă. În construcția agregatelor care în general sînt formate din trei părți (pentru vopsit, tratat după vopsit și spălat), s-a urmărit, pe lîngă realizarea unei productivități mari și reducerea dimensiunilor de gabarit : de exemplu, la agregatul de vopsit prin stropire, care se caracterizează printr-un gabarit foarte compact.

Agregatul prin stropire se bazează pe următorul principiu : stoarceri și stropiri repetate pe ambele părți ale țesăturii prin conducte prevăzute cu fante longitudinale. Cilindrii de stoarcere (fig. 335) sînt așezați consecutiv, pe direcția radială, în jurul unui tambur presor. Între cei doi cilindri de stoarcere consecutivă sînt amplasate două conducte cu fante și două perechi de role.

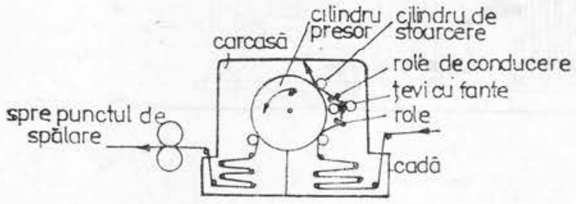


Fig. 335. Agregat de vopsire prin stropire.

Agregatul este format din părți de construcție identică pentru vopsit și spălat. Fiecare parte este formată dintr-o cadă încălzită cu abur, situată sub cilindrul presor și împărțită în două compartimente egale.

Întregul ansamblu de lucru al mașinii este acoperit cu o carcasă care formează și închiderea hidraulică a mașinii împreună cu cada. Durata de trecere a țesăturii prin agregat este de 25—30 s.

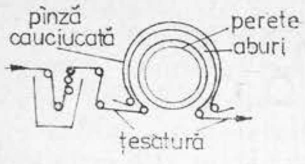
Pe principiul procedeului Pad-Steam este construit agregatul de vopsit continuu, în care, după fulardare într-un fulard cu trei cilindri, țesătura este supusă acțiunii aburului un timp scurt, la temperatura de 100°C, iar în instalațiile noi, pînă la 140°C, într-un aburitor construit pe principiul reactorului Monforts (fig. 336). Agregatul este format din fulard și aburitor. Materialul textil impregnat în fulard și bine stors, este condus între pînza cauciucată și cilindrul încălzit, unde prin evaporarea apei din țesătură se formează un mediu de abur saturat într-un spațiu îngust.

— *Agregatul pentru vopsirea continuă a țesăturilor cu coloranți de cadă* sistem Artos se bazează pe principiul alimentării prin derolare, recepționare prin rolare (fig. 336, *b*).

— *Agregatul pentru vopsirea continuă cu coloranți indigosoli*, echipat cu fulard Fibe și mașini de spălat model CEF, se caracterizează printr-un grad de compactizare avansat, productivitate ridicată și indici calitativi elevați (fig. 336, *c*).

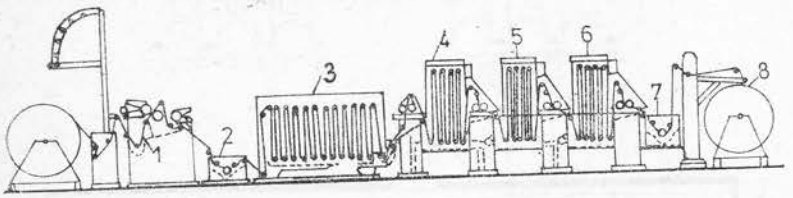
— *Agregatul universal Gerber*, pentru vopsirea continuă este echipat cu instalații de fixare a colorantului, prin aburire de înalt randament și cu mașini ultramoderne de spălat, prevăzute cu sisteme de intensificarea procesului și cu sistem de stoarcere supro (fig. 336, *d*).

— *Agregatul Hotflue TMH* pentru uscare, termofixare, termosolare, condensare, poate lucra în flux continuu și semicontinuu sau discontinuu. Agregatul se caracterizează prin acționarea rîndului inferior de role (fig. 336, *e*), prin acționarea în grup și prin surse de încălzire separate (fig 336, *f*).

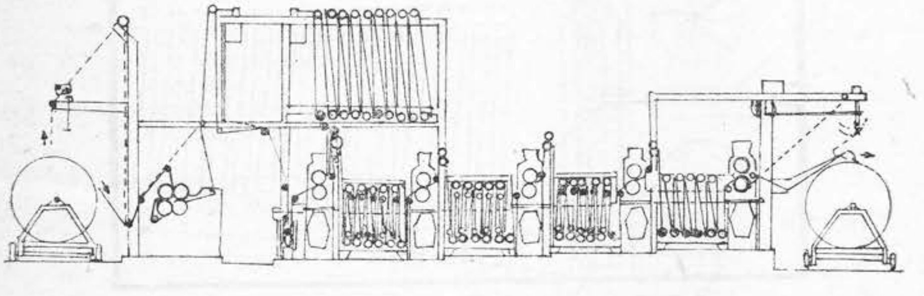


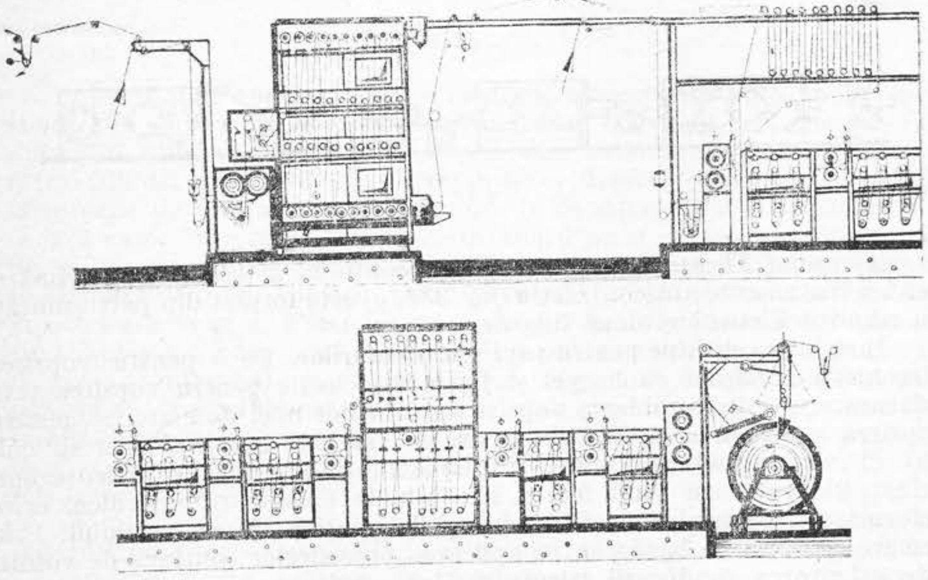
a

Fig. 336. Tipuri de agregate pentru vopsire.
a — agregat pentru vopsirea continuă cu reactor Monforts; *b* — agregat Artos pentru vopsirea cu coloranți de cadă *1* — fulard; *2* — cada de impregnare cu soluția reducătoare; *3* — aburitor; *4*, *5*, *6* — mașini de spălat; *7* — cadă de impregnare; *8* — sistem de role; *c* — agregat pentru vopsirea cu coloranți indigosoli; *d* — agregat universal Gerber, *e* — agregat Hotflue; TMH; *f* — acționare grup, *g* — agregat Fleissne pentru vopsirea continuă.

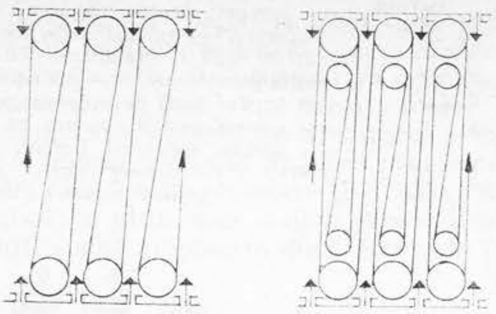


b

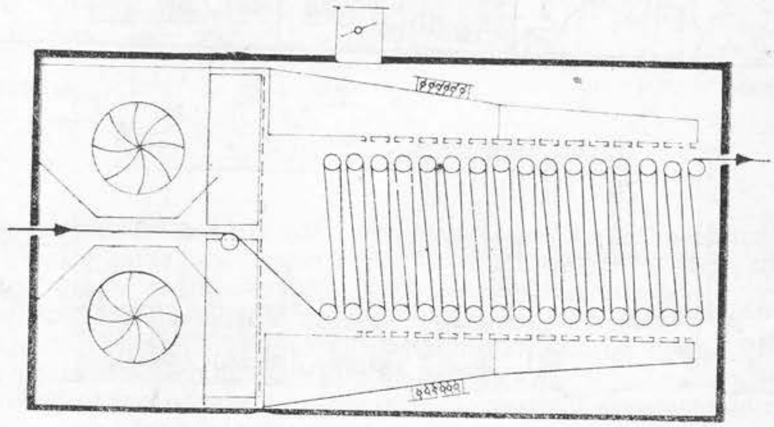




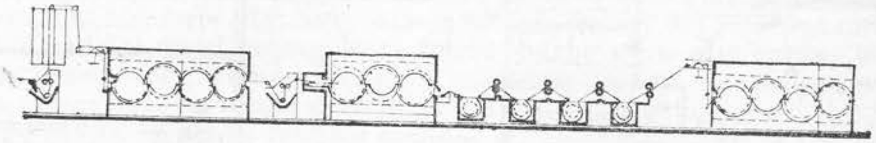
d



e



f



g

Agregatul Fleissner pentru vopsirea continuă a țesăturilor de lînă și pentru tratamente anticontracție (fig. 336, *g*) este format din patru unități cu cilindrii Fleissnerși două fularde.

Instalații continue pentru vopsirea tricoturilor. Dacă pentru vopsirea discontinuă, mașina cu hașpel și jigherul ciclotric pentru vopsirea prin înfășurare, rezolvă problema vopsirii cantităților mici de material, pentru vopsirea și finisarea cantităților mari pe agregate continui apar dificultăți din cauza extensibilității și nestabilității suprafețelor tricoturilor. Tricoturile tubulare fiind foarte sensibile la tensionări puternice, orice deformare a ochiurilor modifică însușirile elastice ale materialului. Prin urmare condiția de bază pentru aplicarea procedeelor continue de vopsit, este asigurarea conducerii tricotului fără tensionare, în vederea evitării

creșterii contracției reziduale. Pe baza acestor considerente s-a construit instalația de vopsire Zittau formată: dintr-un fulard cu trei cilindri; un aparat de aburit; o cadă în formă de V; un dispozitiv pentru pasajul în aer; o mașină de spălat.

Introducerea corectă a tricotului în fulard se efectuează cu ajutorul unui dispozitiv simplu care menține tricotul tubular în stare întinsă. Dispozitivul (fig. 337) este introdus în interiorul tricotului tubular și permite reglarea continuă a lățimii acestuia pînă la dimensiunea dorită prin sprijinirea lui pe doi cilindri de diametre mici.

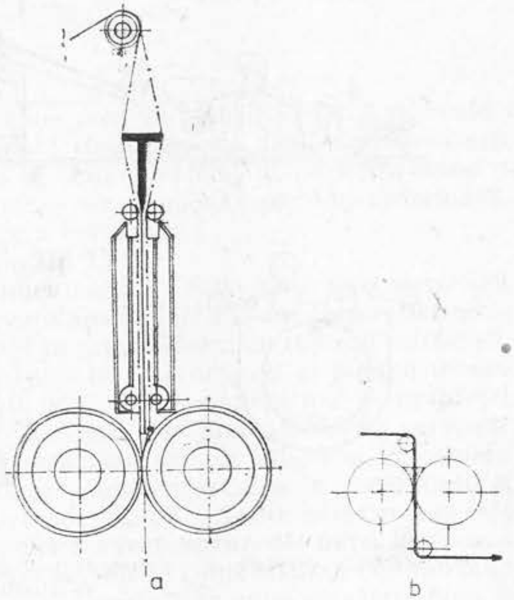


Fig. 337. Fulard pentru vopsirea tricoturilor:
a — schema generală; *b* — zwickelfulard.

Alte instalații pentru vopsirea continuă a tricoturilor cu coloranți direcți și reactivi sînt echipate cu fulardul Benteler, construit pe principiul fulardului fără cadă, specific vopsirii tricoturilor (zwikelfulard) cu soluție numai între cilindri (fig. 337, *b*). Corespunzător acestei construcții de fulard, tricoturile de bumbac pot fi conduse între cilindri cu o tensiune dorită și fără cute. Tricotul se introduce în fulard pe la partea superioară, peste un dispozitiv de construcție specială care permite modificarea întinderii în lățime în timpul vopsirii, putîndu-se astfel regla lățimile ce variază de la o bucată la alta. Fulardul este echipat cu: două dispozitive de acest tip, unul pentru tricoturi plane și altul pentru tricoturi tubulare; o zonă de radiații infraroșii; un depunător sau dispozitiv de înfășurare în partea superioară. Fulardul poate fi folosit și la albirea tricoturilor tubulare (după îmbibare pe fulard cu soluția de albire, se înfășoară pentru depozitare și apoi se supune procesului de spălare) și pentru vopsirea tricoturilor plane din fibre sintetice și artificiale.

Vopsirea tricoturilor plane pe fulard elimină și neplăcutele falduri și spărturi provocate de circulația tricotului pe haspel.

În instalațiile continue, în afară de stațiile de prepararea soluțiilor, fulardul trebuie să fie prevăzut cu regulatoare de nivel, cu alimentatoare

automate, dispozitive de agitare a soluției, dispozitive pentru reglarea *p*H-ului în diferitele căzi ale instalației. Pentru vopsirea la fulard, materialul este supus acțiunii aburului saturat pe o mașină cu tamburi perforați tip Fleissner, sau acțiunii aburului supraîncălzit, sau aerului cald pînă la 200°C (fig. 338, *a*, *b* și *c*). Deci, agregatele sînt formate din : fulard, uscător și utilajul pentru fixat.

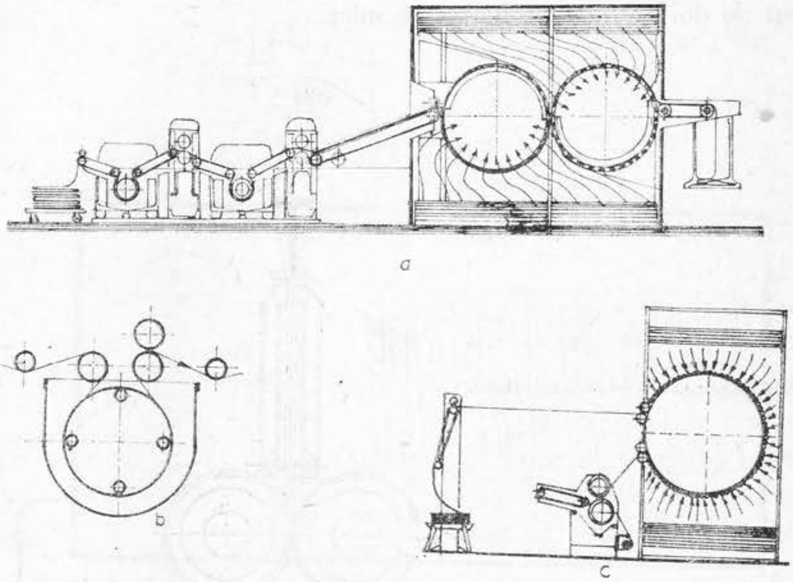


Fig. 338. Agregat pentru vopsirea continuă a tricoturilor : *a* — schema generală ; *b* — partea de impregnare cu cilindri perforați ; *c* — partea de aburire.

Procedeele moderne de vopsire continuă sau semicontinuă a țesăturilor din fibre poliesterice se bazează în general pe fixarea colorantului la temperaturi cuprinse între 200...220°C numite și procedee de termosolare. Procedeul termosol prezintă avantajul reducerii duratei prin eliminarea operațiunii de fixare termică specifică țesăturilor și a evitării formării petelor. Termosolarea, în funcție de clasa de coloranți, se poate realiza : cu aer cald în Hotflue sau agregate cu ajutaje ; cu radiații infraroșii ; prin contactul țesăturii cu suprafețele calde ale cilindrilor, procedeu folosit în SUA, prin care se reduce durata, consumul de energie și spațiul necesar amplasării ; în strat fluidizat.

În principiu, agregatele pentru vopsirea țesăturilor din fibre poliesterice sau în amestec după procedeul Termosol sînt formate din următoarele părți : un fulard pentru impregnarea materialului cu colorantul de dispersie, cu doi sau trei cilindri, o cameră de preuscare la temperaturi mari ; un utilaj pentru tratamentul termic (Hotflue) în care are loc fixarea colorantului.

Pentru procedeul Termosol se folosesc diferite agregate : Protor, Monforts-Menko, Fleissner cu cameră de preuscare, sistem de vopsire continuă universal Artos-hydro-dry.

Pentru vopsirea continuă a țesăturilor mixte din fibre poliesterice și de bumbac, instalația este formată din : fulard ; uscător vertical cu radiații infraroșii ; ramă de fixare (fig. 339).

Instalația de vopsire după procedeul Termosol, tip Metalul Roșu, (fig. 340) se poate utiliza atît pentru vopsirea discontinuă cît și pentru vopsirea continuă a țesăturilor din fibre de poliester și amestec : poliester/bumbac : 67/33 ; 50/50 ; poliester/celofibră : 67/33 ; 50/50.

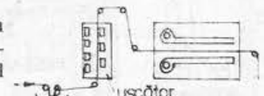


Fig. 339. Instalație pentru vopsirea continuă a țesăturilor mixte prin procedeul Thermosol.

Regimul de vopsire prin termosolare poate fi realizat în două variante :

— printr-o singură trecere cuplată (impregnarea și uscarea țesăturii în prima parte a instalației ITAC) în timpul căreia, în partea a doua a instalației în camera de termosolare se termosolează partida anterioară, impregnată și uscată în prima parte a instalației ;

— în două treceri, cu instalație tip ITC.

Țesătura, prin derolare, se alimentează în cada unui fulard cu doi sau cu trei cilindri prin trecerea pe conducătorii de lizieră. După stoarcere, între cilindrii fulardului, este condusă în preuscătorul cu radiații infraroșii, în vederea evitării migrării colorantului în țesătură, cît și pentru uscare pînă la un conținut de umiditate de 35% (la o temperatură a suprafeței țesăturii de 350°C). Din preuscător, țesătura este preluată de un compensator cu rolă, care sincronizează viteza țesăturii în fulard și în camera de fixare Hotflue. În camera de fixare, are loc uscarea în continuare și fixarea, la temperaturi reglabile între 80...150°C. Aerul cald necesar este debitat de două ventilatoare pentru fiecare compartiment, după încălzirea lui în bateriile de încălzire, și insuflat cu duze. După fixarea colorantului în camera de termosolare, țesătura este condusă în zona de răcire pînă la temperatura ambiantă.

Depunerea sau formarea sulului se realizează prin grupul de debitare sincronizat prin compensatorul cu role.

Ca agenți de încălzire se pot utiliza gaze arse sau ulei diatermic încălzit în agregat și circulat prin radiatoarele camerei de termosolare.

Pe instalație se pot prelucra țesături cu greutate de la 60—300 g/m², în lățime de 1 000 sau 1 200 ; 1 400 ; 1 600 mm.

Capacitatea de încărcare în camera de uscare Hotflue este de 36 m, cîte 18 m în fiecare compartiment, iar în camera de termosolare de 58 m (18 m în camera de preîncălzire și 40 în camera de termosolare) sau 90 m, în cazul uscării. Viteza de lucru este reglabilă de la 7,5—75 m/min. Pentru o țesătură de 250 g/m² din Pes/bbc 67/33%, viteza maximă este de 35 m/min.

Temperatura de uscare, respectiv termosolare reglabilă în Hotflue, de la 80 la 150°C, în camera de termosolare cu la 80 la 220°C, realizată în Holflue cu abur la 6 bar și în cameră de termosolare cu ulei diatermic la 300°C sau gaze arse din CH_4, la o precizie de temperatură ± 2°C. Cantitatea de căldură necesară instalației de încălzire este de

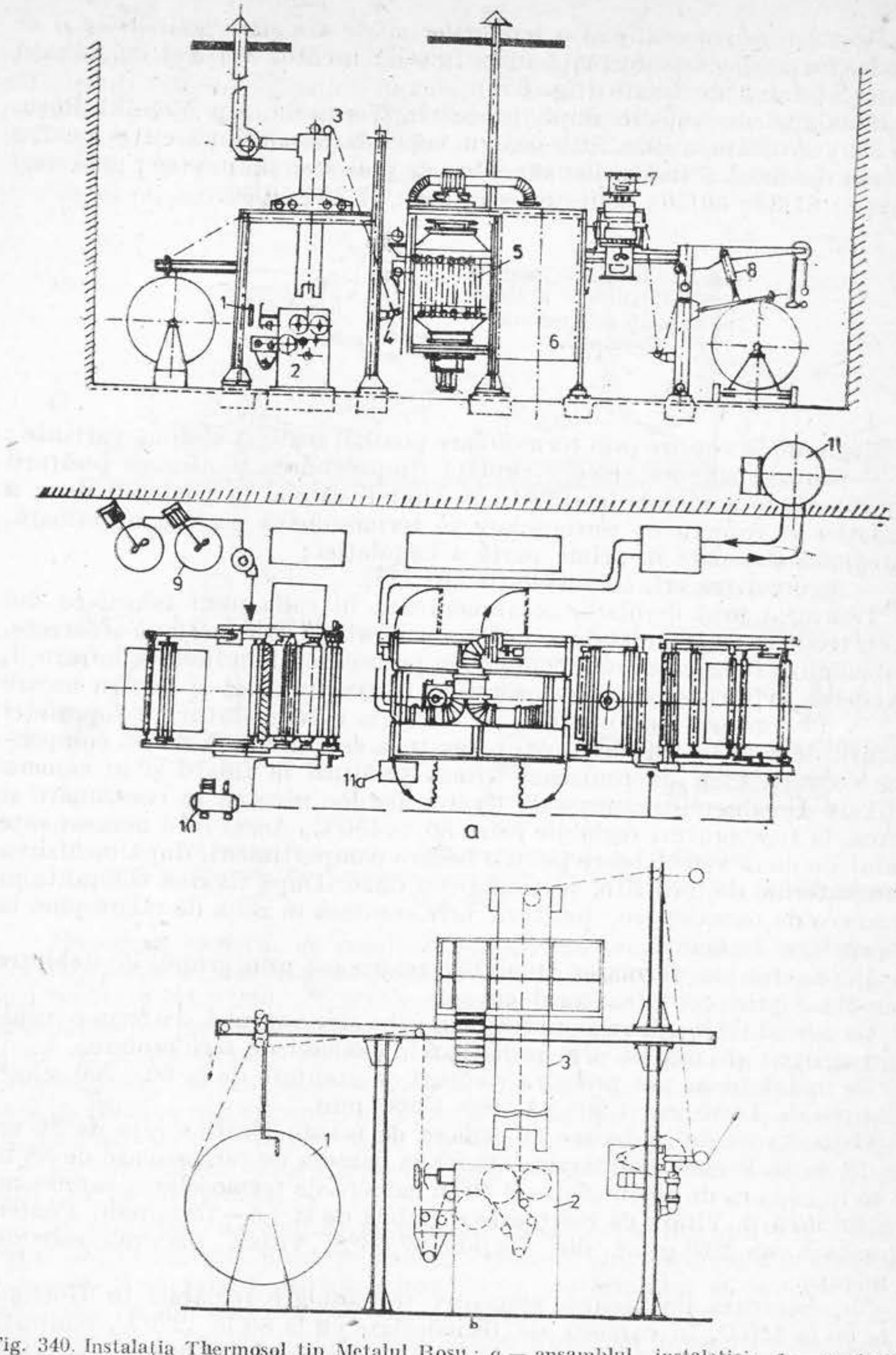


Fig. 340. Instalația Thermosol tip Metalul Roșu : *a* — ansamblul instalației : *1* — conducător de lizieră ; *2* — fulard ; *3* — preuscător cu radiații infraroșii ; *4* — compensator cu role ; *5* — cameră Hotflue ; *6* — cameră termosolare ; *7* — sistem de răcire ; *8* — recepționarea pe role ; 9 — rezervor pentru soluție ; *10* — motor pentru fulard ; *11, 11 a* — baterii de încălzire cameră termosolare ; *b* — partea anterioară a instalației thermosol : *1* — rolă de alimentare ; *2* — fulard ; *3* — preuscător cu radiații infraroșii.

400 000 kcal/h≈465 200 W pentru 90 m³/h, iar în cazul încălzirii cu gaz metan 4 × (7 000...70 000) kcal/h. Puterea totală instalată este 380 kW; consumul de abur la 3 atm este de 50 kg/h și la 6 atm de 520 m^3/h, iar de aer comprimat 1 m^3/h, și de apă rece 1 m^3/h; consumul specific de energie 3 900 kcal/h = 4 335 W.

Sistemul realizat de firma Foxboro pentru programarea cu bandă perforată, asigură reglarea complet automată a soluțiilor de vopsire și executarea precisă a întregului ciclu tehnologic, fapt ce contribuie la creșterea productivității, realizînd fidel reproducerea acestuia prin eliminarea erorilor din procesele uzuale.

Cu ajutorul acestui sistem se reglează automat ciclul de vopsire la mașinile de vopsit bobine, fire de urzeală sau bucăți de țesătură, care lucrează la presiunea atmosferică sau la presiuni ridicate. Sistemul reglează pe de o parte parametrii (temperatura, nivel, debitul soluției, presiunea *p*H-ul), iar, pe de alta, comanda la terminarea ciclului; alimentarea și evacuarea soluției; clătirea materialului și inversarea sensului de circulație a soluției.

La instalațiile pentru vopsirea la temperaturi înalte, diferitele sisteme de programare (came disc, cartelă perforată, benzi perforate, benzi magnetice) reglează pe lîngă parametrii uzuali și diferența de presiune, respectiv pătrunderea soluției prin bobine, cantitatea de apă de spălare și dozarea auxiliarilor chimici.

16.5. UTILAJE PENTRU VOPSIREA DIVERSELOR FORME DE MATERIALE TEXTILE ÎN BUCATĂ

Pentru vopsirea ciorapilor, mănușilor, bascurilor și cloșurilor de pălării se folosesc utilaje adecvate acestor forme de materiale.

16.5.1. Mașini cu tambur

Mașinile cu tambur funcționează pe principiul antrenării materialului textil prin soluția din cadă cu ajutorul unui tambur perforat, în ale cărui compartimente se află materialul textil.

În ele se pot efectua toate operațiunile în stare udă ale ciorapilor, mănușilor și tricoturilor în bucată, din diferite fibre.

Mașina (fig. 341) este formată dintr-o cadă fixă, cilindrică, de forma unei autoclave orizontale, prevăzută cu manta, în interiorul căreia se află tamburul perforat compartimentat prin pereți perforați în 3—12 compartimente. El este antrenat în mișcarea de rotație cu o turație mică de 2—8 rot/min de la motorul electric prin intermediul unui reductor. Materialul încărcat în compartimentele tamburului este antrenat prin soluția din cadă, care pătrunde în tambur prin orificiile acestuia, apoi scos și parțial stors la alunecarea liberă în timpul rotației — de pe peretele perforat al tamburului, pe pereții perforați ai compartimentelor.

Încălzirea se poate realiza prin serpentină interioară sau printr-un schimbător de căldură cu serpentină care poate deservi mai multe aparate, prin trimiterea soluţiei cu pompe. Unele maşini sînt dotate cu instalaţii suplimentare pentru vopsirea la temperaturi mai mari de 100°C.

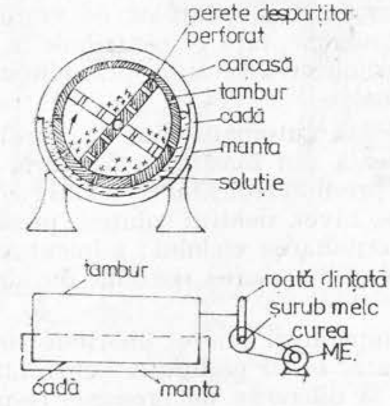


Fig. 341. Maşina de vopsit cu tambur.

Partea superioară este acoperită cu o cămaşă pentru a se evita pierderile de căldură prin pereţii şi orificiile tamburului. În tambur se încarcă 10–350 kg material.

Calculul energetic se conduce în funcţie de momentul ce trebuie transmis pentru acţionarea tamburului, pentru învingerea frecării la ax şi pentru învingerea rezistenţelor hidraulice la intrarea şi ieşirea tamburului din soluţie :

$$N_{tot} = N_{ant} + N_{fr \cdot ax} + N_{suplim}.$$

16.5.2. Maşini automatizate pentru finisarea ciorapilor

16.5.2.1. Maşina Teintofix 76 0

Această maşină (fig. 342, *a*) din cadrul agregatelor continue pentru finisarea ciorapilor, se bazează pe următorul principiu : cele patru cărucioare, care poartă formele cu ciorapi, se deplasează în mod succesiv şi alternativ pe o cale de rulare circulară cu cîte 90°, staţionînd cîte 1,30 minute pentru efectuarea operaţiunilor de fixare, vopsire, uscare şi scoatere – aşezarea ciorapilor pe forme.

Din punct de vedere constructiv (fig. 342, *b*) agregatul este format din următoarele părţi :

– maşina compusă din trei autoclave verticale, corespunzătoare operaţiunilor tehnologice de fixat, vopsit şi uscat, care au posibilitatea să se deplaseze pe verticală faţă de un suport fix orizontal, înainte de introducerea căruciorului cu forme şi scoaterea acestuia ;

– sistemul de redozare a soluţiei ;

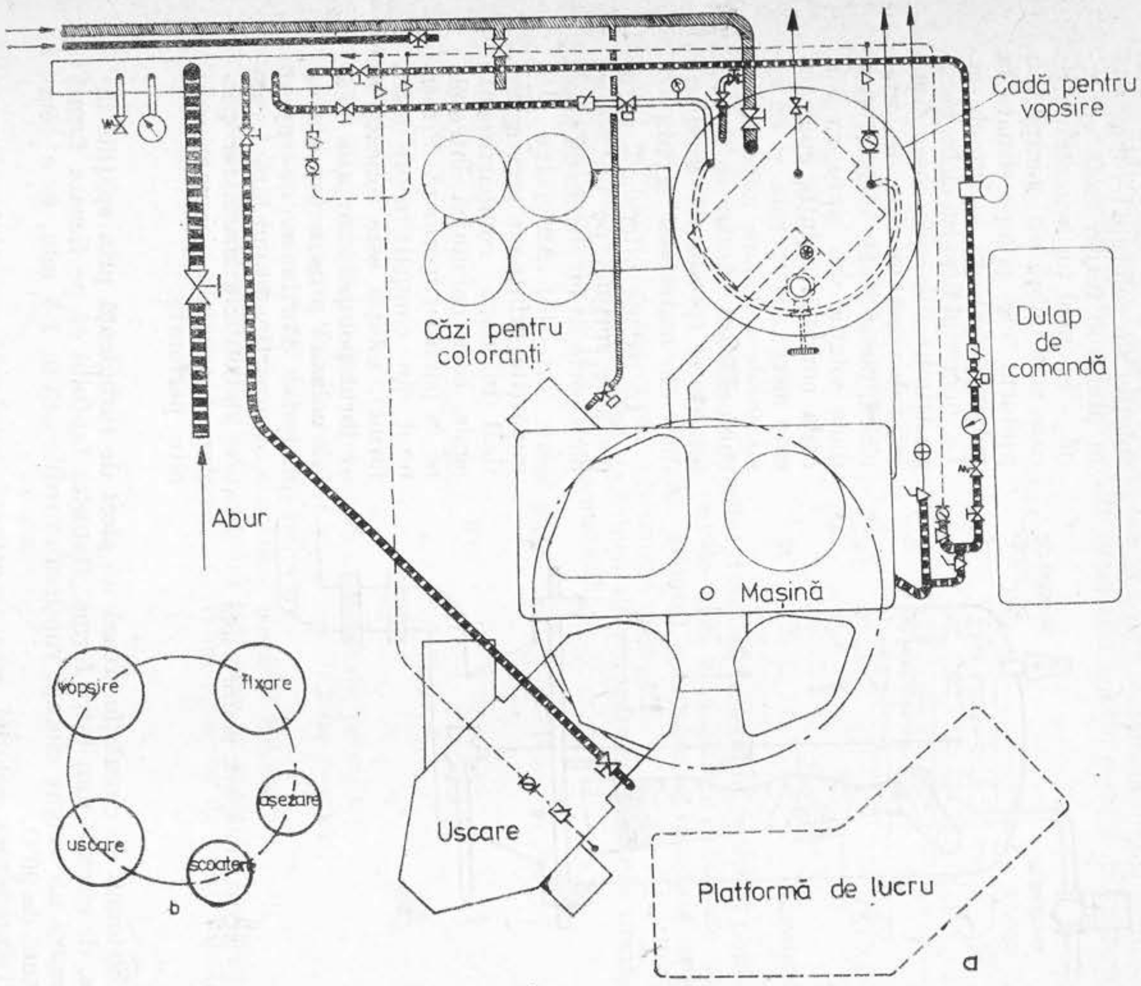


Fig. 342. Mașina Teintofix: *a*— schema generală a mașinii: *b*— ansamblul constructiv și funcțional al mașinii.

— instalația hidraulică pentru deplasarea autoclavelor în plan vertical, și pentru etanșarea suportului;

— sistemul de acționare al cărucioarelor și instalațiile auxiliare.

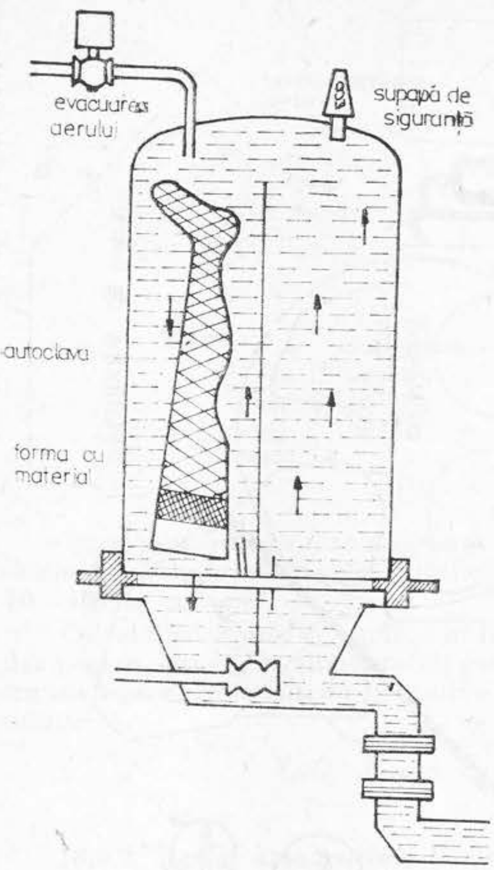


Fig. 343. Autoclavă pentru vopsit.

Autoclava pentru vopsit asigură vopsirea prin circulația soluției de colorant — încălzită în prealabil într-o cadă comună — în jurul formelor calde pe care sînt îmbrăcați ciorapii, cu ajutorul unei pompe situată la partea inferioară a autoclavei. La începutul fiecărui ciclu, pompa trimite din cada comună soluția de vopsit necesară în autoclavă, iar la finele ciclului readuce soluția din autoclavă în cada comună. Soluția epuizată este mereu recuperată și cu un sistem de redozare automat se compensează cantitatea de colorant și produsele auxiliare luate de materialul textil.

La partea inferioară, autoclava se sprijină pe un suport plan perforat cu sistem de etanșare (fig. 343). Autoclava este împărțită printr-un perete vertical în două compartimente egale, care comunică între ele pe la partea superioară. Printr-unul din compartimente (fără forme), soluția este ridicată cu ajutorul pompei, iar prin celălalt coboară printre formele cu material. Porțiunea de suport a compartimentului fără forme are un orificiu mare, iar porțiunea celuilalt compartiment este perforată.

Sistemul de circulație creează un efect de turbulență prin spațiile înguste, de circa 3 mm între forme. Datorită faptului că pe fiecare formă se încarcă un singur ciorap, vopsirea se realizează în 1,3 min, la o temperatură de 90°C.

Temperatura soluției este menținută constantă cu ajutorul unui termostat. Autoclava de vopsit nu trebuie încălzită, deoarece pierderile de căldură sînt recuperate prin căldura adusă de forme din operația de fixare.

Dimensiunile de gabarit se stabilesc în funcție de dimensiunile cărucioruiui și de înălțimea formelor, adică diametrul și înălțimea autoclavei. Pe un cărucior sînt 36 forme cu ciorapi așezate în formă de semicerc.

Sistemul de redozare (fig. 344) este format din patru cuve dintre care trei conțin, fiecare cîte un colorant în soluție — din cei trei coloranți folosiți pentru vopsirea ciorapilor — iar a patra conține o soluție de auxiliari folosiți în soluția de vopsire. Cele patru cuve sînt racordate la patru pompe de dozare prevăzute cu dispozitive de măsurarea cantității de colorant ce se introduce în cada comună. Cada comună prin intermediul unei pompe, comunică cu autoclava de vopsit. Alte două căzi conțin soluția de spălare și apretare.

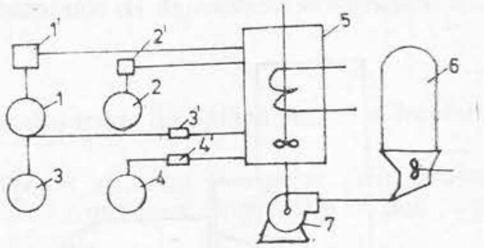


Fig. 344. Instalația pentru redozare: *1, 2, 3, 4* — cuve; *1', 2', 3', 4'* — pompe de redozare; *5* — cadă comună; *6* — autoclavă; *7* pompă de circulație.

După fiecare operațiune de vopsire, intră în funcțiune sistemul pompelor de redozare care aspiră din cuvele mici neîncălzite, prevăzute cu agitator și refulează în cada comună. Debitul pompelor de redozare este reglabil prin modificarea cursei pistonului pompei.

Pentru stabilirea cantității de soluție de redozare se folosește următoarea relație bazată pe bilanțul de materiale:

$$GK = nc,$$

din care:

$$n = \frac{KG}{c},$$

unde:

n este numărul de cm² de soluție de redozare pe ciclu;
G — greutatea colorantului în cada comună de vopsire;
c — concentrația soluției de redozare;
K — constanta sistemului, specifică fiecărui colorant.

Instalația hidraulică (fig. 345) asigură ridicarea și coborîrea autoclavelor și etanșarea lor. Ea este formată: dintr-un rezervor de ulei; filtru;

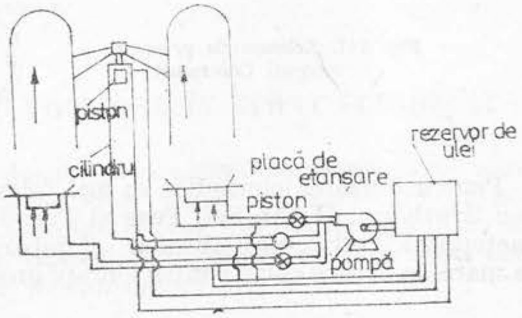


Fig. 345. Instalația hidraulică.

sistemul hidraulic propriu-zis. Acesta asigură deplasarea pe verticală a autoclavelor de-a lungul unui ghidaj vertical bazat pe principiul cilindrului cu piston, iar după coborirea lor, ridicarea plăcilor inferioare de etanşare.

Rotaţiile de 90° ale celor patru cărucioare se efectuează în jurul aceleaşi coloane centrale, care susţine cele trei autoclave.

În soluţie se pot adăuga pe lingă coloranţii de dispersie şi auxiliari de vopsire şi agenţi de apretare ; deci, cu aceeaşi soluţie se realizează concomitent mai multe operaţiuni la o durată de 1,30 min, pentru fiecare operaţiune, în timp ce la maşina clasică, fiecare operaţiune durează 1,5 ore.

Uscarea se realizează cu aer cald la 90°C (fig. 346).

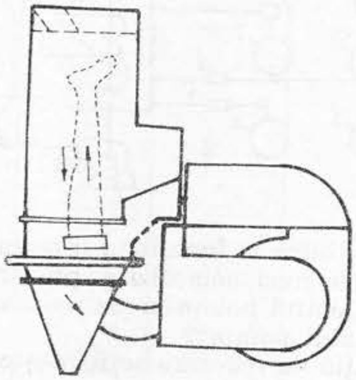


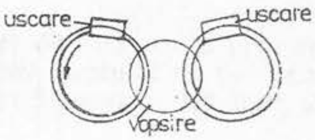
Fig. 346. Instalaţia de uscare a maşinii Teintofix.

Corespunzător celor trei procese (fixarea — vopsirea — uscarea) maşina este prevăzută cu : elemente de reglare a temperaturii de fixare şi de vopsire ; cu relee pentru indicatorul de nivel cu flotor ; cu elemente de comandă (limitatori de cursă pentru deplasarea autoclavelor pe verticală, relee de timp cu motoare sincron, etc.).

16.5.2.2. Maşina Colorplast

În maşina colorplast cu trei zone (fig. 347) (pentru aşezarea şi scoaterea ciorapilor, pentru curăţire, spălare, vopsire şi fixare, pentru clătire apretare, uscare) tratarea cu soluţii se efectuează prin stropire.

Fig. 347. Schema de principiu a maşinii Colorplast.



Pentru finisarea ciorapilor se mai folosesc şi alte agregate automatizate : Syotherm, Hydro-Set, Pegg şi Turbo-Machine. Ultima instalaţie se caracterizează prin : posibilitatea schimbării rapide a nuanţelor ; capacitate mare de uscare chiar pentru ciorapi groşi. Ciorapii aşezaţi pe forme sînt

antrenaţi în camera de vopsire şi apoi în camera de uscare formată din trei compartimente. Durata unui ciclu complet este de 2—2,5 min, la o capacitate de producţie de 450—5 000 kg/h. Pentru menţinerea automată a concentraţiei băii de vopsire, la fiecare început de ciclu este introdusă o cantitate egală de colorant şi apă.

Agregatele continue şi automatizarea implică exigenţe suplimentare şi metode de control potrivite pentru fiecare operaţiune. Dacă mecanizarea operaţiunilor reduce munca manuală, măreşte randamentul şi productivitatea, controlul permite atingerea nivelului de calitate necesar, fără de care automatizarea nu are sens.

16.5.3. Aparate pentru vopsirea cloşurilor de pălării puternic împîslite

Se bazează pe trecerea soluţiilor cu ajutorul pompelor prin straturi de cloşuri, aşezate pe forme adecvate. Asemenea cloşuri nu se pot vopsi uniform pe maşinile cu tambur perforat.

Aparatele (fig. 348) sînt formate dintr-o cadă prevăzută cu mai multe forme metalice perforate, care servesc drept suporturi pentru cloşurile de pălării.

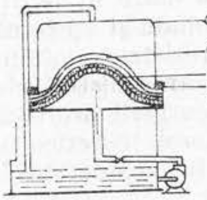


Fig. 348. Aparat pentru vopsirea cloşurilor de pălării.

Pe formă, pentru realizarea unei vopsiri uniforme, se aşază un strat de pîslă, iar peste pîslă 6—12 cloşuri de pălării. Extremitatea borurilor se fixează cu ajutorul unei rame inelare, fapt ce permite ca soluţia să fie circulată în două sensuri : din interiorul spre exteriorul cloşului şi invers, ca şi în cazul bobinelor. În acest scop, partea inferioară a formelor comunică cu pompa de circulaţie prin intermediul unei derivaţii de la ştuţul de refulare al pompei, iar partea superioară este închisă cu o carcasă comunicînd printr-o conductă cu cada aparatului.

Datorită faptului că soluţia este circulată prin cloşuri şi în două sensuri, se realizează o vopsire mai uniformă şi mai economică decît în aparatele tip tambur.

16.6. UTILAJE PENTRU VOPSIREA ÎN STRAT FLUIDIZAT

Prin fluidizare, o masă de pulbere cu granule foarte fine, conţinute într-un aparat, este adusă într-o stare foarte asemănătoare cu aceea a unui lichid, datorită circulaţiei fluidului (gaz sau lichid) prin masa stratului pulverulent sau granular. Starea de fluidizare durează atîta timp cît circulă agentul de fluidizare (de antrenare).

Fluidizarea constituie o stare intermediară între două stări limită : starea stratului fix, poros prin care trece un curent de fluid și starea stratului solid antrenat de un curent de fluid, stare ce corespunde transportuluipneumatic.

În cazul stratului fix materialul pulverulent sau granular, susținut de un grătar și de pereții aparatului, permite la viteze mici ca agentul de fluidizare să se strecoare printre granulele lui fără să le deplaseze. Pierderea de presiune la trecerea gazului prin strat este mai mică decît presiunea rezultată din greutatea stratului. La viteze mai mari ale agentului de fluidizare, deși stratul rămîne fix, se observă însă o expandare a volumului stratului și o creștere a pierderii de presiune. Pentru o anumită viteză a gazului, pierderea de presiune devine egală cu presiunea corespunzătoare greutății stratului. În acest caz, frecarea între o granulă și gaz — proporțională cu pătratul vitezei gazului — corespunde unei forțe ascendente egală cu greutatea granulei. O asemenea stare marchează începutul fluidizării, cînd granulele stratului sînt susținute de curentul de gaz, fără să se mai sprijine pe granulele inferioare din strat.

Pentru o nouă creștere a vitezei gazului, față de viteza corespunzătoare începutului fluidizării, granulele au tendința de a fi antrenate de curentul de gaz și deci stratul tinde să-și mărească volumul ; viteza locală se micșorează și granula revine la poziția inițială. Asemenea tendințe de ridicare și de revenire în poziția inițială a granulei se repetă continuu, granulele schimbîndu-și așezarea în strat corespunzător unei afînări maxime și deci unei rezistențe minime la trecerea gazului. Această fază poartă numele de fluidizare liniștită sau fluidizare omogenă.

Rezistența curgerii printr-un asemenea strat este variabilă și crește cu creșterea vitezei teoretice a fluidului. După valoarea criteriului Re, curgerea poate fi considerată laminară pentru $Re < 10$ sau turbulentă pentru $Re > 10$:

$$Re = \frac{vd\gamma_g\varphi}{\mu g},$$

unde :

v este viteza teoretică a fluidului ;

d — diametrul granulelor stratului. Dacă stratul nu este omogen se folosește diametrul echivalent mediu al granulelor. Pentru un strat ce conține granule de diferite mărimi, d_i, cu participarea x_i, diametrul echivalent se calculează cu relația :

$$d = \sum_{x=1}^{x=i} x_i, d_j.$$

γ_g — greutatea specifică a gazului ;

μ — viscozitatea gazului ;

φ — coeficientul de formă al granulelor ($\varphi = 0{,}7 \ldots 0{,}86$).

Fluidizarea turbulentă corespunde unor viteze și mai mari ale gazului, la care stratul se găsește în stare de agitație din ce în ce mai intensă, cînd bule mari de gaz străbat stratul fluidizat, antrenînd praf fin, dispărînd astfel delimitarea dintre faza gazoasă și a stratului fluidizat.

Pentru granule ce nu au forme sferice, viteza de plutire se calculează cu relația :

$$v_p = \sqrt{\frac{13,08\, d}{C\varphi} \frac{\gamma_a - \gamma_g}{\gamma_g}},$$

în care : d este diametrul granulei ;
γ_a — greutatea specifică aparentă a granulelor ;
γ_g — greutatea specifică a gazului ;
C — coeficientul de rezistență funcție de criteriul Re ;
φ — coeficient de formă.

Cum pentru gaze și vapori $\gamma_a - \gamma_g = \gamma_a$, rezultă că :

$$v_p = \sqrt{\frac{13,08\, d}{C\varphi} \frac{\gamma_a}{\gamma_g}}.$$

La o viteză a fluidului egală cu viteza de plutire, pentru determinarea coeficientului de rezistență C, se folosește criteriul Re. Dacă se ține seama că $v = v_p$ din relația vitezei de plutire și a criteriului Re se poate calcula viteza de plutire

$$v_p = \sqrt{13,08 \frac{\nu\, Re\, \gamma_a}{C\, \varphi\, \gamma_g}}$$

sau diametrul, în funcție de viteza de plutire :

$$d = 76,5 \cdot 10^{-3} \varphi\, C\, v_p^2 \frac{\gamma_g}{\gamma_a},$$

Pierderea de presiune prin stratul fluidizat variază în funcție de viteza fluidului. La presiuni mici, ea crește cu creșterea vitezei, atingînd o valoare maximă, ceva mai mare decît aceea a presiunii rezultate din greutatea stratului, după care scade datorită rearanjării stratului la începutul fluidizării. La viteze mari, se observă o creștere a pierderii de presiune, datorită frecării gazului de pereții aparatului și datorită agitării din ce în ce mai puternice (ciocniri între granule și între granule și pereți). La trecerea de la stratul fluidizat la stratul fix, pierderea de presiune este mai mică din cauză că granulele își păstrează aranjamentul corespunzător minimului de rezistență.

Pierderea de presiune a fluidului la trecerea prin stratul fluidizat este dată de suma :

$$\Delta_{pt} = \Delta_{p1} + \Delta_{p2} + \ldots + \Delta_{pc'},$$

în care : Δ_{p1} și Δ_{p2} sînt pierderile de presiune rezultate din frecarea între fluid și particulele stratului, respectiv frecarea între fluid și peretele aparatului ; Δ_{pc} — pierderea de presiune rezultată din ciocnirea dintre particule și din ciocnirile particulelor de peretele aparatului. Ea intervine numai la viteze mari ale gazului pentru $Re > 10$, cînd agitarea stratului este intensă.

Valorile pierderilor de presiune servesc la calculul energetic al ventilatoarelor, turbosuflantelor etc.

Transferul de căldură în stratul fluidizat este foarte mult îmbunătățit, coeficienții de transfer a căldurii ajungînd la valori de 7—70 ori mai mari decît în stratul fix, fapt ce permite transferarea unor mari cantități de căldură în aparate cu suprafețe mici de schimb de căldură și realizarea unor temperaturi uniforme și ușor reglabile.

În majoritatea proceselor realizate în strat fluidizat, schimbul de căldură are loc între stratul fluidizat (fluid + granule) și suprafețele exterioare sau suprafețele interioare, între fluid și granulele stratului; între diferitele puncte de contact ale particulelor solide.

Căldura poate fi introdusă sau evacuată prin fluidul respectiv (agent de fluidizare), prin pereții aparatului în care se realizează fluidizarea și prin suprafețele calde sau reci introduse în stratul fluidizat.

Pentru determinarea cantității de căldură de la suprafața de încălzire a aparatului la stratul fluidizat, procesul poate fi considerat ca format dintr-o serie de procese parțiale și anume : transferul caloric prin stratul laminar de gaz de la suprafața pereților ; transferul direct de la pereți la granule ; transferul prin conductibilitate în gaz ; transferul prin conductibilitate în granule ; prin curenții de convenție ai gazului ; prin deplasarea granulei ; prin transferul între gaze și granule în stratul imobil de gaz ce înconjoară granulele ; prin transferul direct între granule și prin radiație.

Asemenea procese parțiale, luate izolat, pot fi redate prin relații simple, însă în cazul fluidizării, datorită complexității ansamblului de procese (ca urmare a dependenței acestor procese de mișcare a granulelor, dependentă la rîndul ei de forma și mărimea acestora) pentru calculul coeficienților de transfer de căldură se recurge la relații empirice.

Cantitatea de căldură transmisă în unitatea de timp, de suprafața caldă, stratului fluidizat, se calculează cu relația :

$$Q = \alpha A(t_f - t_p),$$

unde :

α este coeficient de transfer al căldurii între stratul fluidizat și suprafața schimbătorului de căldură ;
t_f — temperatura stratului fluidizat ;
t_p — temperatura peretelui suprafeței de schimb de căldură.

Pentru stratul fluidizat format din aer-bile de sticlă :

$$\alpha = 0{,}0062 \left(\frac{\gamma_a G}{d^3} \right) 0{,}263$$

obținîndu-se valori de 5—100 ori mai mari decît în cazul curgerii aerului cu aceeași viteză în conducta goală. În această relație :

G este debitul gravimetric specific al curgerii ;
d — diametrul bilei.

Pentru stratul fluidizat format din aer-nisip :

$$\alpha = 0{,}64 \frac{\lambda}{\mu} \frac{G}{g} E,$$

valabilă pentru diametre ale granulelor de la 0,03—0,16 mm, şi viteza de 7—100 cm/s, la o greutate specifică de 2 655—5 000 kg/m³, obţinîndu-se valori pentru α = 1,39—441 W/m² · grd.
În aceste relaţii,

λ şi μ sînt : conductibilitatea şi viscozitatea gazului ;

G este debitul gravimetric specific al curgerii ;

E — randamentul fluidizării, dat de relaţia $E = \frac{G - G_{ap}}{G}$, în care : G_{ap} este debitul gravimetric aparent al curgerii, care ar fi necesar pentru creşterea volumului încărcăturii imobile, la volumul real al încărcăturii fluidizate.

Transferul de căldură este influenţat de proprietăţile agentului de fluidizare, de construcţia camerii de fluidizare (poziţia şi geometria suprafeţei de schimb de căldură), de condiţiile de lucru (debitul fluidului, înălţimea stratului, circulaţia solidului în strat).

Datorită valorilor mari ale coeficienţilor de transfer al căldurii, stratul fluidizat se poate aplica atît în procesele de vopsire, cît şi în cele de uscare termofixare şi termosolare. De exemplu : prin utilizarea lui, vopsirea terilenei, a nylonului şi a mătăsii acetat cu coloranţi azoici, sau de dispersie se realizează la o durată foarte mică.

Pentru procesele de vopsire, stratul fluidizat se poate aplica în două variante :

În prima variantă, ţesătura se poate îmbiba la fulard şi apoi se introduce în stratul fluidizat al camerei de fluidizare în vederea fixării colorantului şi a uscării ţesăturii (fig. 349, *a*). Ca masă fluidizată

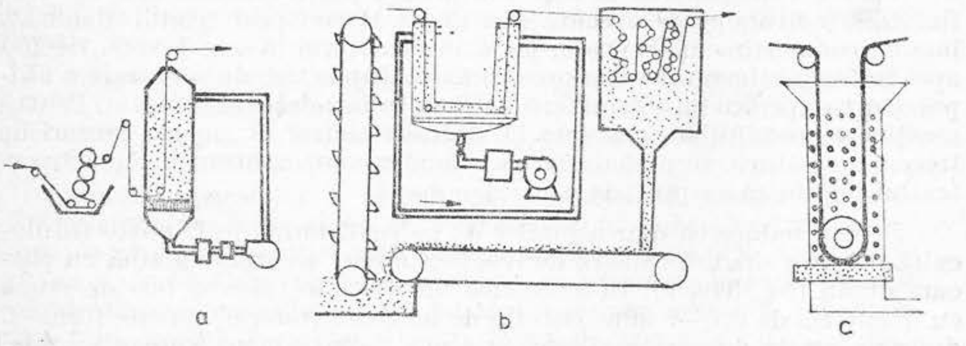


Fig. 349. Instalaţii de vopsit în strat fluidizat :
a — instalaţia pentru vopsit în strat fluidizat ; *b* — instalaţie pentru vopsit cu cameră de fluidizare în formă de U ; *c* — instalaţie de fluidizare cu parcurs dublu.

se foloseşte nisipul iar ca agent fluidizant aerul. Această variantă se utilizează în cazul vopsirii ţesăturilor din poliamidă cu coloranţi azoici şi cu coloranţi Procioni.

Aplicarea coloranților Procion pe țesături de viscoză este foarte simplă și adecvată, prin utilizarea stratului de nisip. După îmbibarea la fulard a țesăturii de viscoză într-o soluție rece a colorantului, țesătura este condusă în stratul de nisp unde are loc fixarea colorantului și uscarea țesăturii la temperatura de 180°C, la o durată de trecere a țesăturii prin stratul de nisip de 14 s.

În a doua variantă, țesătura udă este trecută printr-o pereche de cilindri de stoarcere și apoi în stratul fluidizat, format dintr-un amestec, într-o anumită proporție, de nisip și colorant. După fixarea colorantului de țesătură, la ieșirea din camera de fluidizare, resturile de nisip sînt îndepărtate prin scuturare într-o a doua cameră prevăzută cu un sistem de scuturare din bare de întindere și role de conducere, prin care țesătura este condusă cu viteză mare și cu schimbări multe de direcție. Se recuperează astfel nisipul care este reluat în ciclu.

Această variantă se aplică la vopsirea cu coloranți de dispersie a țesăturilor din fibre poliesterice. Prin simpla prăfuire a țesăturii ude cu coloranți și prin expunerea ulterioară temperaturii de 150°C colorantul începe să difuzeze în fibră. La temperaturi și mai mari se obține o fixare foarte bună a colorantului. Pe acest principiu s-a dezvoltat procedeul Thermosol, care stă și la baza procesului de vopsire la temperaturi înalte cu ajutorul stratului fluidizat. După acest procedeu țesăturile din fibre poliesterice, poliamidice și triacetat se vopsesc prin îmbibarea la fulard cu dispersie rece, de colorant de dispersie, după care urmează apoi fixarea colorantului prin încălzirea țesăturii îmbibate, într-un strat de nisip la temperaturi de 175...220°C. Fixarea colorantului și uscarea țesăturii se efectuează într-o singură operațiune, la trecerea ei prin stratul fluidizat. Datorită acestui fapt, migrarea colorantului este total evitată, fapt imposibil de realizat în procesele obișnuite de uscare.

Pentru transpunerea în flux continuu a proceselor realizate în strat fluidizat, țesătura poate executa mai multe treceri prin stratul fluidizat, într-un compartiment de sus în jos și în următorul în sens invers, trecînd apoi la compartimentul vecin prevăzut cu : dispozitive de scuturare a nisipului, a recuperării lui și trimiterii din nou în instalație (fig. 349, *b*). Pentru menținerea condițiilor constante în stratul fluidizat la ambele sensuri de trecere a țesăturii, se preferă forma primului compartiment în U. La partea lui inferioară se prevede o placă poroasă.

Pentru reducerea dimensiunilor de gabarit, forma în U poate fi înlocuită printr-o singură cameră de reacție, în care țesătura să aibă un parcurs dublu (fig. 349, *c*). În asemenea instalații se folosesc bile de sticlă cu diametrul de 0,1—1 mm. Bateria de încălzire (interioară) este formată dintr-un sistem de țevi încălzite cu abur, așezate în pachete orizontale, printre care este condusă țesătura. Agentul de fluidizare (aerul cald) este trimis tot pe la partea inferioară, mai întî printr-o placă poroasă și apoi în camera de fluidizare. Și rola inferioară pentru conducerea țesăturii este confecționată tot din material poros.

În funcție de natura colorantului și a țesăturii, temperatura bilelor și durata de trecere a țesăturii prin camera de fluidizare se pot regla convenabil.

16.7. UTILAJE PENTRU VOPSIT LA TEMPERATURI MAI MARI DE 100°C

Intensificarea procesului de vopsire se poate realiza pe cale mecanică (prin agitare), sonică, prin cîmp electric de înaltă frecvență, prin electroliți și de asemenea pe cale termică.

Viteza cu care are loc difuziunea moleculelor de colorant în spațiile intermoleculare ale fibrelor crește o dată cu ridicarea temperaturii, fapt ce se explică prin următoarele modificări ce au loc în procesul de vopsire :

— creșterea gradului de umflare a fibrei în soluția de vopsire, aspect important pentru fibrele sintetice, care datorită modului lor de obținere (presare prin filieră și laminare, etirare ulterioară) au o capacitate mai mică de umflare decît fibrele naturale și artificiale. La temperaturi mai mari de 100°C ; o dată cu creșterea microcapilarelor produse prin creșterea amplitudinii mișcării vibratorii a macromoleculelor, se mărește și suprafața interioară a fibrei, deci cresc zonele accesibile moleculelor de colorant ;

— creșterea gradului de dispersare a colorantului, care avînd astfel o formă mai acceptabilă difuziunii în adîncimea fibrei, va avea o influență favorabilă asupra epuizării ;

— creșterea energiei cinetice, respectiv a energiei de vibrație, ca urmare a creșterii temperaturii. Datorită creșterii energiei cinetice a particulelor de colorant, acestea sînt capabile să învingă afinitatea față de macromoleculele fibrei și pătrund mai ușor în fibră, nefiind oprite în înaintarea lor de forțele de atracție ale fibrei.

Ca urmare a acestor modificări (creșterea gradului de umflare, a gradului de dispersare și a energiei cinetice), procesul de vopsire este intensificat, obținîndu-se vopsiri mai uniforme, în profunzime, capacitate mai bună de migrare a coloranților și în unele cazuri rezistențe îmbunătățite ale vopsirii.

Principiul constructiv al aparatelor de vopsit la temperaturi mai mari de 100°C, cunoscut sub denumirea de Haute Temperaturé (H.T.), „Hochtemperature", respectiv, în românește, T.I., se bazează în mare măsură pe construcția aparatelor de vopsit de tip închis.

Închiderea aparatelor a apărut ca o necesitate pentru obținerea unor vopsiri mai uniforme și a circulației soluției în ambele sensuri. Aceste aparate cu circuația soluției prin pompe au fost denumite incorect în literatura de specialiate aparate de vopsit cu presiune, întrucît s-a luat în considerare presiunea dinamică a pompei (presiune necesară antrenării soluției prin stratul de material); presiunea de lucru în aparat, adică presiunea statică, fiind cea atmosferică.

La presiunea statică, din aparatele închise, egală cu presiunea atmosferică, în momentul în care temperatura soluției se apropie de punctul de fierbere al apei are loc evaporarea ei. Fenomenul de evaporare și mai intens în conducta de aspirație, unde pompa crează o depresiune, care determină o funcționare nestabilă, anormală a pompei, cu un randament scăzut din cauza bulelor de vapori, funcționînd parțial în gol. Scade astfel și debitul de soluție care trece prin material, ceea ce influențează nefavorabil uniformitatea vopsirii.

Pentru ca pompa să lucreze cu întregul ei randament, este necesar ca pentru o anumită temperatură, presiunea statică internă să fie mai mare decît tensiunea de vapori a soluției, corespunzătoare acelei temperaturi. Prin urmare trebuie asigurată posibilitatea obținerii unei presiuni statice suplimentare, element esențial, care stă la baza construcției aparatelor de vopsit la temperaturi mai mari de 100°C. Presiunea suplimentară se poate realiza numai la aparatele cu întregul sistem, prin care circulă soluția, ermetic închis. Soluționarea acestei probleme aparține procedeului SPS (Static Proceses Steperlynck).

Presiunea totală, fiind evident mai mare decît presiunea atmosferică, impune o construcție etanșă, mai robustă și în general forma cilindrică a aparatelor, cu calote sferice la baze, adică autoclave orizontale sau verticale. Excepție fac aparatele de vopsit fire în sculuri Gavet, cu formă paralelipipedică, la care datorită afînării materialului presiunea este mai mică.

Instalațiile de vopsit cu aparate închise, deci și pentru vopsit la temperaturi mai mari de 100°C, sînt formate din : aparatul de vopsit, schimbătorul de căldură, rezervorul de alimentare și pompa.

După felul rezervoarelor de alimentare, instalațiile de vopsit la temperaturi înalte, sînt de două tipuri : instalații în care atît aparatul pentru vopsit cît și rezervorul de alimentare sînt închise, (HT-Biferma) ; instalații în care numai aparatul de vopsit este închis și lucrează la presiune, iar rezervorul de alimentare este fără capac, deschis și lucrează fără presiune (HT-Monoferma).

Deosebirea de lucru constă în faptul că la primul tip soluția se poate preîncălzi în rezervorul de alimentare, și vopsirea se poate începe cu temperaturi mai mari de 100°C.

La primul tip, ținînd seama de existența rezervorului de alimentare închis, numit și rezervor de expansiune, presiunea statică se poate realiza prin următoarele metode :

— prin încălzirea soluției, care prin dilatare presează aerul din vasul de expansiune formînd o pernă elastică de aer comprimat, ce asigură o circulație bună a soluției încălzite și totodată previne deteriorările pereților aparatului, în special în locurile de sudură, prin faptul că presiunea exercitată nu este rigidă ci elastică ;

— prin intermediul unui sistem de ventile, prin care se comprimă aerul din vasul de expansiune cu ajutorul soluției, datorită presiunii dezvoltată de pompă printr-un racord în vasul de expansiune ;

— prin introducerea aerului comprimat în sistem, care realizează presiunea suplimentară în vasul de expansiune, se asigură egalizarea presiunilor în întreg sistemul. Reglarea debitului și presiunii aerului în vasul de expansiune — care este racordat la o rețea de aer comprimat — se face independent de presiunea pompei de circulație ; presiunea creată de aer este o presiune de echilibru și se însumează la presiunea pompei. Datorită presiunii statice, pompa lucrează cu întregul randament chiar în apropierea punctului de fierbere.

La al doilea tip, cu vas de expansiune deschis, presiunea statică se poate realiza prin intermediul unei pompe suplimentare, adiționale, aflată pe circuitul secundar, care introduce în sistem o cantitate suplimentară de

soluție din vasul de expansiune, după ce a fost încălzită într-un schimbător de căldură. Pompa auxiliară acționează ca un injector și dezvoltă în aparat presiunea hidraulică. Ea servește în același timp la adăugarea de colorant. Pompa de circulație de obicei centrifugă, circulă soluția în cadrul aparatului de vopsit, în timp ce pompa adițională de tip axial circulă soluția din rezervorul deschis spre ștuțul de aspirare al pompei de circulație, deci spre aparatul de vopsit.

Pompele axiale au presiunea și un randament mult mai bun decît pompele centrifuge datorită rezistenței lor hidraulice mai mici. Ele aspiră pe direcția axială și refulează tot pe direcția axială, datorită formei elicoidale a paletelor în jurul axului în timp ce pompele centrifuge aspiră axial, dirijează lichidul radial și-l refulează tangențial, fapt ce reduce presiunea, randamentul și viteza lor.

În cazul straturilor groase și dese de material textil, se folosesc pentru circulația soluției și pompe axiale, deoarece la rezistențe ridicate apare o uzură rapidă a pereților pompei. La pornire, cînd trebuie învinsă o rezistență mai mare, se cuplează în circuit un by-pass, care permite trecerea excesului de soluție printr-un circuit mai ușor accesibil.

Circulația soluției în ambele sensuri se realizează în cazul pompelor centrifuge cu ajutorul unui ventil cu patru căi și mai rar prin folosirea unei pompe cu inversarea sensului de rotație, iar în cazul pompelor axiale prin schimbarea sensului de rotație. Schimbarea de sens poate provoca șocuri, care deplasează materialul mai ales în cazul tricotului, fapt ce determină neuniformități de vopsire. Pompele simple axiale nu schimbă sensul de circulație brusc, tocmai datorită așezării în formă elicoidală a paletelor, protejînd materialul textil.

Se construiesc și aparate de vopsit cu sistem mixt, pentru obținerea presiunii suplimentare (cu aer comprimat și cu pompă auxiliară). Ele pot funcționa fie cu o sursă fie cu cealaltă, în funcție de natura materialului și de presiunea, respectiv temperatura necesară în aparat. De exemplu : pentru temperaturi mari și forme sensibile de material, se recomandă sursa de aer comprimat.

După modul de realizare a circuitului soluției, instalațiile se împart în două grupe :

— instalații în care vasul de expansiune este montat pe circuitul secundar și racordat la ștuțurile de aspirație și de refulare ale pompei pentru echilibrarea presiunii ;

— instalații în care vasul de expansiune, de obicei deschis, este montat în circuitul principal, întreaga cantitate de soluție fiind obligată să treacă prin el în timpul funcționării instalației.

La alte instalații se prevede un spațiu de dilatare al soluției chiar sub capacul aparatului vertical, dar în acest caz este necesară o pompă de absorbție separată, pentru ca soluția să poată circula în ambele sensuri, deoarece la schimbarea sensului, ștuțul racordat la partea superioară nu aspiră soluția, decît în cazul cînd este montat mai jos.

În instalațiile existente, presiunea statică necesară se obține cu ajutorul unei pompe în circuitul secundar și prin dilatarea soluției. În acest caz, în mod obligatoriu, instalațiile au un schimbător de căldură pentru încălzirea soluției la temperatura necesară, și pompa suplimentară, care trimite soluția din vasul de expansiune în instalație. Pompa suplimentară aspiră din vasul de expansiune deschis, care fiind racordat la aparatul de

vopsit, servește în acest caz ca prea plin. Prin vasul de expansiune deschis, soluția poate fi răcită pînă la 90°C, datorită cărui fapt pompa suplimentară lucrează cu un randament maxim. Ea refulează în conducta de aspirație a pompei de circulație, mărind astfel și presiunea și randamentul acestei pompe (instalația Ilma-Schio). Din ștuțul de refulare al pompei de circulație, soluția este trimisă printr-un schimbător de căldură pentru încălzire și apoi în aparatul de vopsit. Datorită celor două efecte, presiunea și randamentul mare al pompelor, cît și încălzirii în schimbătorul de căldură se menține în sistem presiunea statică necesară. Schimbătorul de căldură poate fi exterior la aparatele cu sul perforat pentru țesături și tricoturi, de exemplu la aparatele Ilma-Schio, și de construcție obișnuită, interior, tip serpentină, așezată în formă de spirală în mai multe etaje de spire, la aparatele Turbostat.

La unele aparate, pompa suplimentară și pompa de circulație, lucrează ca și cum ar fi pompe etajate, în trepte.

Operațiunile de dezaerare, anterioare vopsirii, se aplică în mod similar ca și la autoclavele de fierbere.

Toate instalațiile de vopsit, la temperaturi mai mari de 100°C, sînt prevăzute cu : dispozitive pentru reglarea automată a temperaturii, conform regimului de temperatură stabilit în prealabil; cu dispozitive de programare, cu ajutorul cărora se menține regimul de temperatură ; cu dispozitive pentru reglarea volumului de soluție cu ajutorul unor supape intercalate în circuitul de absorbție și de refulare, care dirijează excesul de soluție în circuitul secundar printr-un by-pass.

Pe aparatele de vopsit la temperaturi mai mari de 100°C, se atinge în foarte scurt timp randamentul maxim al pompei și deci se pot folosi pompe și mai mici decît în cazul aparatelor obișnuite, realizîndu-se astfel economie de energie.

Deoarece orice utilaj pentru vopsit la temperaturi mai mari de 100°C, provine direct din utilajul clasic închis, completat, pentru a funcționa în prezența unei presiuni suplimentare, clasificarea lui se face după aceleași criterii.

16.7.1. Instalații pentru vopsit fibre și fire la temperaturi mai mari de 100°C

Aceste instalații au în plus rezervorul de expansiune, racordat la ștuțurile de aspirație și refulare ale pompei, pentru echilibrarea presiunii.

16.7.2. Instalația Turbostat pentru vopsit pale din fibre p.n.a.

Instalația turbostat se caracterizează prin sistemul de încălzire intern, în formă de spirală, în mai multe rînduri suprapuse, avînd în ansamblu forma unui arc de cerc. Capetele țevilor în formă de arc de cerc, sînt legate la două camere de distribuție.

Pompa axială situată la partea inferioară, sub aparat, poate circula soluția în două sensuri. Ea este cuplată cu a doua pompă axială suplimentară, situată tot la partea inferioară.

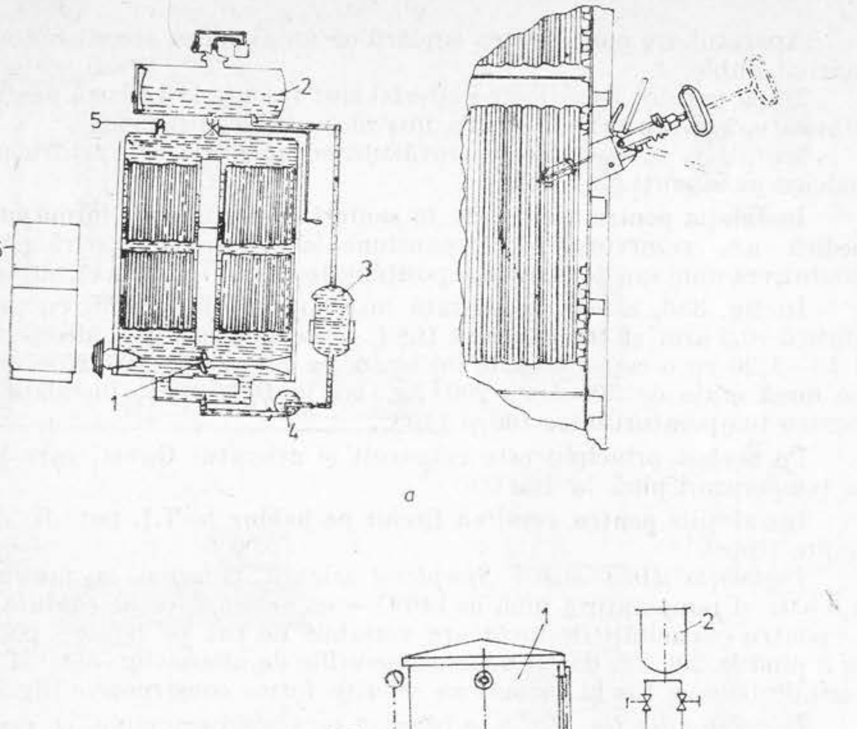


Fig. 350. Tipuri de instalații pentru vopsit fire în sculuri la T.I.:
a — instalația Belleni pentru vopsit fire în sculuri la T.I.: *1* — sistem turbostatic reversibil; *2* — vas de expansiune; *3* — sistem de alimentare cu colorant; *4* — pompă pentru asigurarea presiunii statice; *5* — supapă de siguranță; *6* — tablou de comandă; *b* — instalația Scholl pentru vopsit fire în sculuri la TI: *1* — aparat; *2* — rezervor; *3* — pompă principală; *4* — motor; *5* — pompă adițională; *6* — serpentină de răcire; *7* — serpentină de încălzire.

Aparatul are posibilitatea cuplării cu un al doilea aparat obținîndu-se partizi duble.

După vopsire, benzile de material sînt trecute la Liseuză pentru antistatizare, avivare și apoi uscare, într-un uscător Fleissner.

Instalația turbostat este prevăzută cu un dispozitiv pentru presarea palelor pe suporți.

Instalația pentru vopsit fire în sculuri cu aparate de formă paralelipipedică are rezervorul de expansiune la partea superioară. Aparatul poate avea unul sau două etaje și posibilitatea de a se cupla cu alte aparate.

În fig. 350, *a* este prezentată instalația Loris Bellini, cu presiunea statică 0,5 atm și temperatură 108°C, care lucrează la hidromodule de 1/15—1/20 cu o capacitate de încărcare pe etaj de 5—10—25—50 kg, iar pe două etaje de 50—100—200 kg, iar în fig 350, *b*, instalația Scholl pentru temperaturi între 100 și 140°C.

Pe același principiu este construit și aparatul Gavet, care lucrează la temperaturi pînă la 100°C.

Instalațiile pentru vopsirea firelor pe bobine la T.I. pot fi de mai multe tipuri.

Instalația Ilma model Simplex-t asigură vopsirea la presiunea de 4,5 atm și temperatură pînă la 140°C — cu schimbător de căldură intern — pentru capacități de încărcare variabile de fire pe bobine, gatouri de la 5 pînă la 200 kg, dar și pentru operațiile de albire (fig. 351, *a*). Purtătorii de bobine, fire și gatouri au diferite forme constructive (fig. 351, *b*).

Instalația din fig. 351, *c* se bazează pe același principiu, cu deosebirea că folosește sistem de încălzire extern.

Instalația FBK (fig. 351, *e*), pentru vopsirea firelor pe bobine, asigură circulația în ambele sensuri, la temperaturi de 130...140°C.

Instalația FBK (fig. 351, *d*), pentru vopsirea la temperaturi de 130°C, realizează o viteză de încălzire de 3°C/min, fiind echipată cu un sistem pentru reglarea întregului program.

Instalația Turbostat-Obermaier (fig. 351, *e*), pentru vopsirea firelor pe bobine, asigură circulația în ambele sensuri, la temperaturi de 130... 140°C.

Instalația universală Eco-bloc/Ecomat S II, Thies (fig. 351, *f*) se caracterizează printr-o construcție compactă, cu hidromodul variabil (scurt de 1/3,5...1/1,6 și lung de 1/8...1/10), pentru care pompa de circulație realizează 9—12 cicluri/min, respectiv 6—8 cicluri/min. Pe instalație se pot vopsi diverse forme de prezentare a materialelor textile, incepînd cu materiale împachetate din fibre naturale, regenerate și sintetice, precum și a amestecurilor acestora, a benzilor, cablurilor precum și a bobinelor de toate tipurile cît și a benzilor de țesătură, spațiul de expansiune fiind în interiorul autoclavei.

Instalația Autostat Barriquando de tip Monobloc, pentru vopsirea și albirea oricăror forme de materiale (fig. 351, *g*), este echipată cu dispozitiv automat de menținere constantă a presiunii statice și cu dispozitiv pentru reglarea automată a valorii constante a indicelui de circulație a soluției. Are capacitatea de 200—600 l și poate lucra fie la presiune normală, fie la suprapresiune. Presiunea statică este creată cu ajutorul aerului comprimat

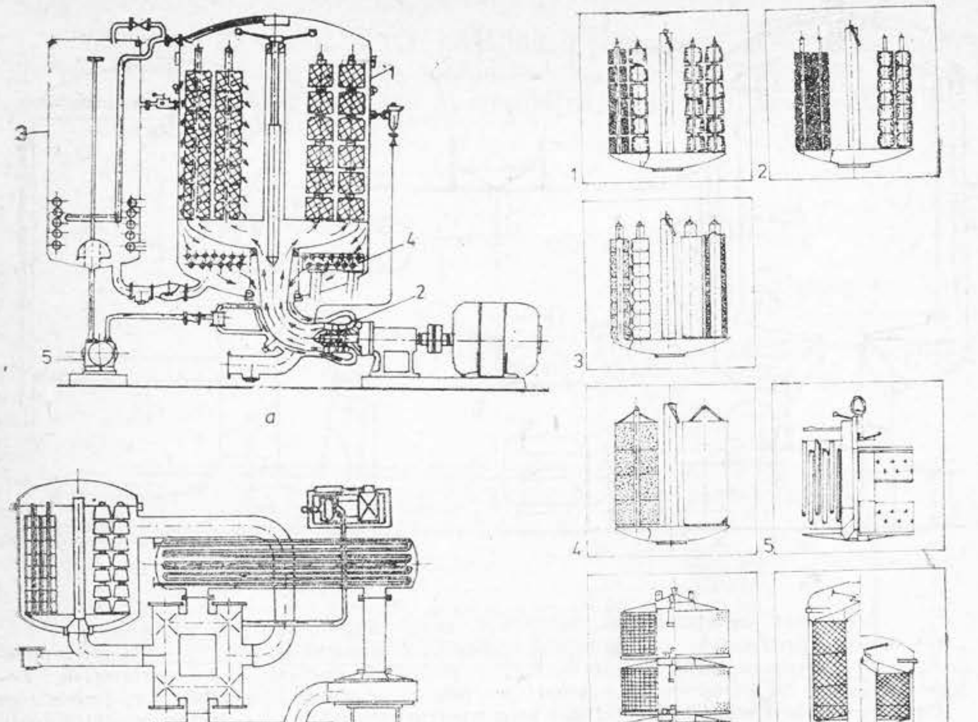
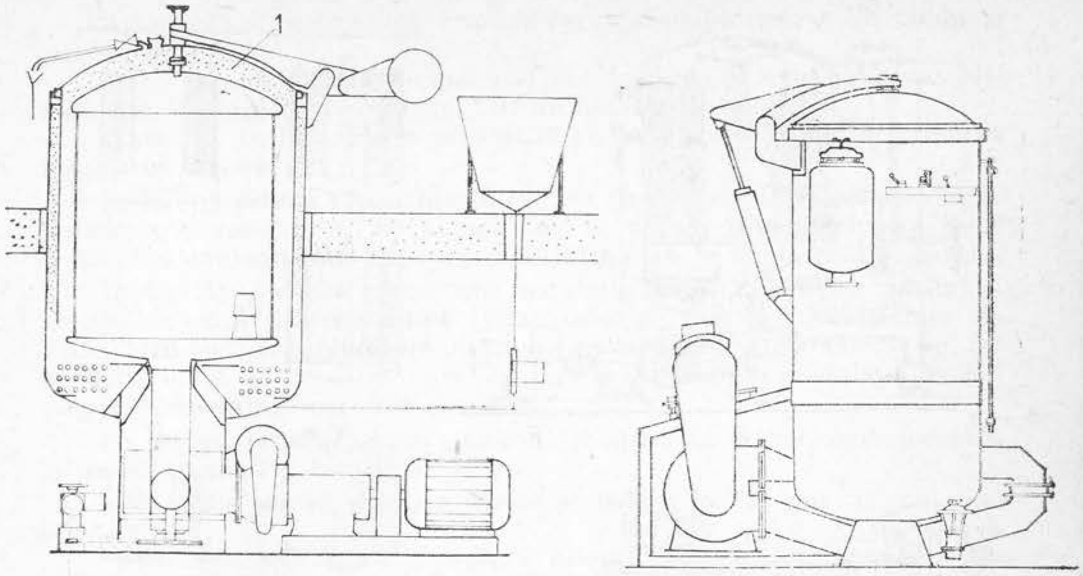


Fig. 351



f *g*

Fig. 351. Instalația Ilma, Simplex T, pentru vopsit, albit fire pe bobine : *a* — schema constructivă : *1* — autoclavă verticală ; *2* — pompă axială ; *3* — vas de expansiune ; *4* — sistem de încălzire interioară ; *5* — pompă de circulație ; *b* — purtători de : *1* — bobine conice ; *2* — cilindrice ; *3* — gatouri ; *4* — pale ; *5* — sculuri suspendate ; *6* — module cu fibre ; *7* — pachete separate pe verticală prin suporturi orizontale ; *c* — instalație pentru vopsit fire pe bobine cu sistem de încălzire extern ; *d* — instalația FBK pentru vopsit și albit fire, la o viteză de încălzire de 2...3°C/min ; *e* — instalația turbostat Obermaier, cu circulația soluției în ambele sensuri ; *f* — instalația universală Ecobloc/Ecomat ; *g* — instalația Autostat Barriquando.

situat în autoclava de tratare, sub nivelul băii necesare pentru acoperirea materialului. Expansiunea se realizează chiar în autoclavă.

16.7.3. Instalația pentru vopsit țesături, tricoturi și fire pe suluri perforate

Această instalație este de tipul autoclavelor orizontale, cu materialul înfășurat pe un sul perforat și cu circulația soluției în ambele sensuri prin material. Circulația în cele două sensuri este asigurată la aparatele Ilma-Schio (fig. 352, *a*), de pompe centrifuge cu ajutorul unui ventil cu patru căi, iar la aparatele Clermont-Bonté cu pompe axiale (fig. 352, *b*).

Deosebirea esențială între aparatele Ilma-Schio și Clermont-Bonté constă în faptul că primul are rezervor de expansiune deschis și pompă adițională, iar al doilea are rezervor închis și nu are pompa adițională, schimbarea sensului de circulație fiind asigurată prin schimbarea sensului de rotație a pompei de circulație.

Pe aceste aparate se poate asigura un flux semicontinuu, fără manipularea materialului ; se pot efectua și alte tratamente ude, ca : degresare,

albire, fixare, retratare, apretare pentru țesături și tricoturi din fibre sintetice.

Instalația de vopsit la T.I. pe cilindru perforat orizontal a țesăturilor și tricoturilor, construită de întreprinderea Metalul Roșu Cluj-Napoca, se bazează pe același principiu al circulației soluției în două sensuri interior-exterior și invers.

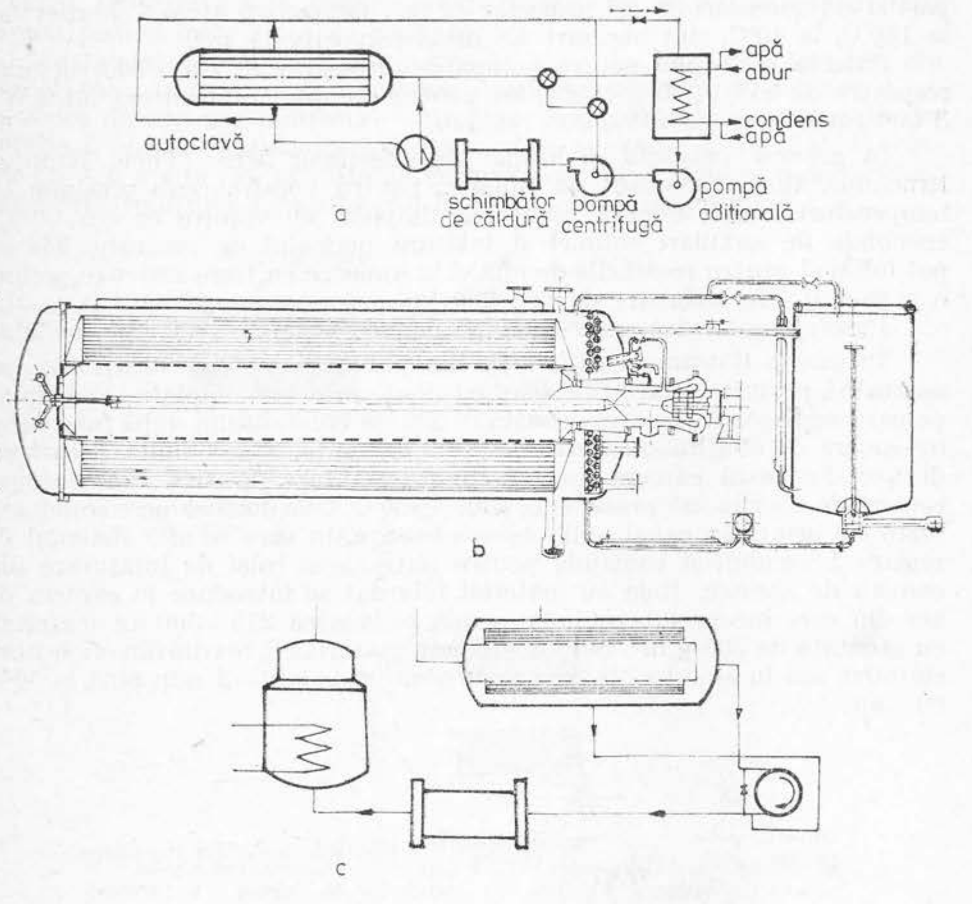


Fig. 352. Instalație pentru vopsirea țesăturilor și tricoturilor pe suluri perforate : *a* — Ilma Schio ; *b* — detalii constructive ale aparatului ; *c* — instalația Clermont Bonté.

În componența instalației intră : autoclava orizontală cu cilindru perforat pentru materialul textil, cu capac rabatabil și închizător rapid ; grupul-pompă de circulație, țevi de legătură, clapete, schimbător de căldură, pentru încălzirea și răcirea soluției ; pompa suplimentară ; rezervorul de adaos și pentru pregătirea soluției ; sistemul de comandă ; dispozitivul de mostrare ; sistemul de avertizare pentru evitarea deschiderii capacului autoclavei în timpul funcționării.

Instalația lucrează la următorii parametri : temperatura maximă 140°C, presiunea interioară 4,5 bari, temperatura minimă 15°C. Încălzirea

cu abur saturat la presiunea de 5—6 at; capacitatea de încărcare 200 kg la un volum total al autoclavei de 2 680 l.

Pe instalaţie se pot prelucra materiale textile cu lăţimea de 2 000—2 200 mm. Suprafaţa de încălzire 3,6 m² pentru tipul I şi 7,85 pentru tipul II, pentru care corespunde consumul maxim de abur de 397 000 W respectiv 908 000 W, adică 560 kg/h şi 1 300 kg/h. Pentru vopsirea unei partizi sînt necesari 35 m³ respectiv 42 m³, iar pentru răcirea soluţiei de la 140°C, la 80°C, sînt necesari 5,8 m³ şi respectiv 11 m³.

Puterea motorului pentru pompa de circulaţie 22 kW/1 500 rot/min respectiv 30 kW/1 500 rot/min, iar pentru pompa suplimentară 5,5 kW/3 000 rot/min şi 6,5 kW/3 000 rot/min.

În general, maşinile cu haspel ale diferitelor firme (Then, Krantz, Brückner, Ilma, Callebaut de Bliouy), pentru vopsirea sub presiune la temperaturi înalte, asigură reducerea timpului de vopsire cu cca 50 %, economie de auxiliari chimici şi înlătură pericolul de moarare. Ele se pot folosi şi pentru ţesăturile de lînă şi în amestec cu fibre sintetice, avînd o capacitate de încărcare de 80—200 kg.

Puterea motorului pentru pompa de circulaţie 22 kW/1 500 rot/min.

Instalaţia Rototherm (fig. 353), din punct de vedere constructiv, se aseamănă cu instalaţia de fierbere cu două autoclave cuplate. Principiul pe care se bazează vopsirea, constă în fixarea colorantului după fulardare, în camera de aburire sub presiune. Una din autoclave, numită şi cameră de aer, formează camera de aer comprimat rece, la 40°C, iar a doua, cameră de aburire sub presiune la 130...150°C. Cele două camere comunică între ele printr-un canal oblic de condensare, în care se află sistemul de reglare a aerului, şi comandă pentru antrenarea rolei de înfăşurare din camera de aburire. Rola cu material fulardat se introduce în camera de aer din care începe procesul. Pe o rolă se încarcă 275—300 kg material, cu greutate de 300 g/m². Se pot prelucra materialele textile din orice fibră sintetică sau în amestec, la durate de aburire de la 2—3 min pînă la 50—60 min.

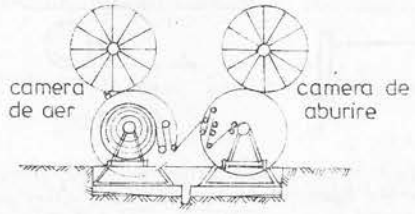


Fig. 353. Instalaţia Rototherm.

Pentru încălzirea instalaţiei, sînt necesare 175 kg, iar pentru procesul propriu-zis 1 674 kg pentru şase partizi a cîte 280 kg. Adică, cu circa 1 500 kg abur de 4,5—5 bari, se poate asigura întregul proces (alimentare, fixarea colorantului), pentru circa 12 000 m, respectiv 3,6 t.

Agregatul Thermo-Roll pentru vopsirea semicontinuă a materialelor din fire poliesterice şi în amestec, cît şi a celor polinitrilacrilice este format dintr-o singură autoclavă orizontală, prevăzută cu două compartimente cu aer sau cu abur saturat; un fulard pentru impregnarea materialului cu

soluție de colorant înaintea înfășurării într-unul din compartimentele autoclavei ; o mașină de spălat. Sulul cu țesătura înfășurată, după ieșirea din fulard, este așezat într-unul din compartimente și începe rularea pe sulul celuilalt compartiment, procesul continuîndu-se prin rolări-derolări. În camera în care începe rolarea se află de la început abur saturat, fapt ce permite ridicarea temperaturii la 130°C și chiar peste 130°C, în camera în care se derolează fiind aer comprimat. Prin posibilitatea reglării oricărei temperaturi în fiecare compartiment se poate asigura fixarea rapidă pentru orice clasă de coloranți.

Instalația Scholl pentru vopsirea la T.I. (fig. 354) este formată din autoclava orizontală *1*, cu cilindru perforat, rezervorul deschis *2*, cu încălzire directă sau indirectă, schimbătorul de căldură *3*, pompa de circulație *4*, pompa suplimentară *5*, sistemul de mostrare *6*, (fig. 354, *b*) ventile cu mai multe căi, aparate de măsură, control și reglare, rezervorul de pregătirea soluțiilor *7*, regulatorul de temperatură cu program *8*.

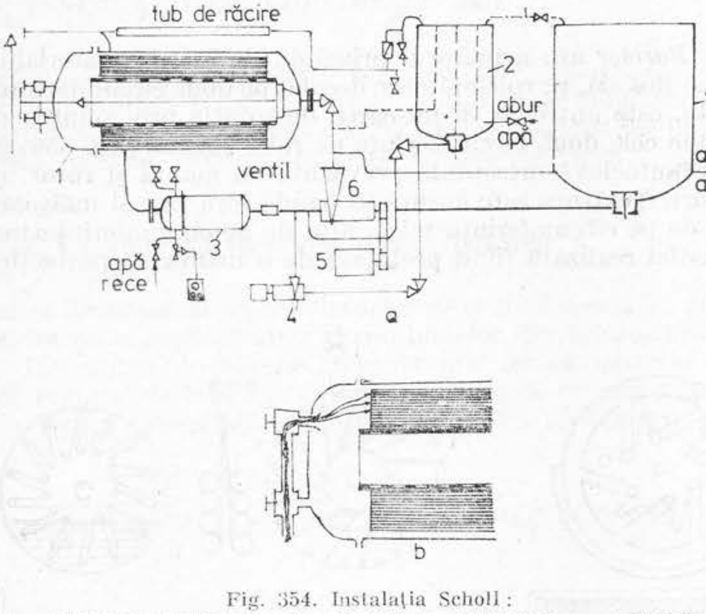


Fig. 354. Instalația Scholl :
a — schema de funcționare : *1* — aparat ; *2* — rezervor ; *3* — schimbător de căldură ; *4* — pompă de circulație ; *5* — motor ; *6* — pompă adițională ; *7* — rezervor pregătirea soluției *b* — detaliu constructiv și funcțional.

Constructiv și funcțional se încadrează în grupa instalațiilor monoferma.

Instalațiile cu autoclave și suluri multiple pentru vopsit țesături și tricoturi din fibre sintetice (fig. 355) au construcția și funcționarea asemănătoare aparatelor de aburit. Suportul purtător de suluri este montat pe un cărucior și poate fi fix sau execută o mișcare de rotație, pe toată durata procesului de vopsire. La rîndul lor sulurile efectuează și ele o mișcare de rotație în sens invers mișcării suportului.

Soluția este circulată de o pompă prin stratul de țesătură înfășurată. Pentru asigurarea unei temperaturi uniforme în tot stratul de țesătură,

se preferă aparatele care au mai multe suluri și deci grosimea stratului cu țesătură mai mică. Pentru a evita pericolul deplasării firelor din cauza presiunii dinamice mari aplicată sulurilor cu straturi groase, se folosesc două pompe, una pentru aspirarea soluției din strat, iar cealaltă pentru presarea soluției în strat.

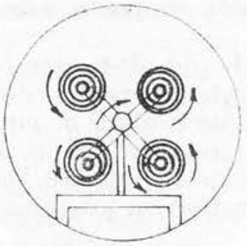


Fig. 355. Instalație cu autoclavă și suluri perforate multiple pentru vopsirea țesăturilor și tricoturilor din fibre sintetice.

Mașina Barotor are următorul principiu de lucru : materialul încărcat, sub formă radială, pe rolele situate decalat pe două circumferințe de diametre diferite, este antrenat în mișcarea de rotație prin soluție, de către axul ce susține cele două circumferințe de role. Mașina (fig. 356) este formată dintr-o autoclavă orizontală prevăzută cu manta și rotor, care are rolul de suport. Țesătura este cusută în bandă fără fine și înfășoară alternativ o rolă de pe circumferința mică, alta de pe circumferința mare, fiecare buclă astfel realizată fiind protejată de o manta de protecție.

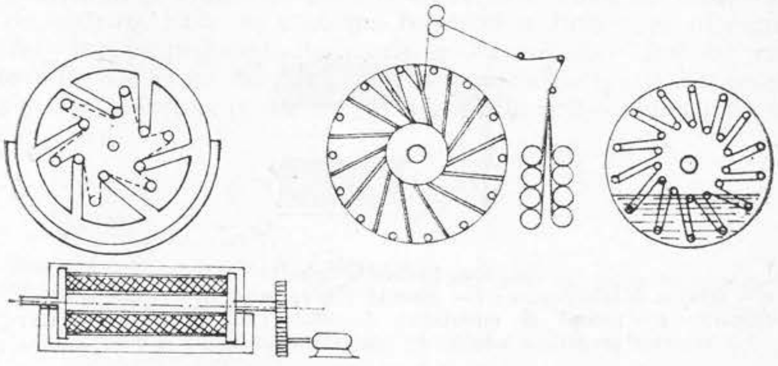


Fig. 356. Mașina Barotor.

În mișcarea de rotație care este foarte lentă (cîteva rotații pe minut), rotorul antrenează între fiecare pereche de falduri soluția, care revine din nou la partea inferioară a autoclavei. Sub influența acestei acțiuni mecanice a soluției asupra țesăturii, se crează un puternic efect de turbulență, care cumulat cu efectul termic (atunci cînd țesătura se află în afara soluției) are ca rezultat o vopsire uniformă și o pătrundere bună.

Pentru vopsirea la temperaturi mai mari de 100°C, pe lîngă procedeul uzual, s-a dezvoltat și procedeul cu baie de metal topit, cît și procedeul cu baie de ulei.

Apariţia ultimelor două procedee, în comparaţie cu primul procedeu uzual, se datorește tendinţei utilizării temperaturilor şi mai ridicate cît şi obţinerii unei intensificări mai mari a procesului de vopsire. Astfel, dacă la vopsirile efectuate la temperaturi peste 100°C, viteza de vopsire creşte de cca 30 ori, la temperaturi de peste 200°C, procesul de vopsire se desfăşoară complet, într-un interval de timp de 30—60 s.

Temperatura băii de metal poate fi ridicată pînă la 200°C, atunci cînd sint folosiţi alţi solvenţi, decît apa. Baia de metal topit este formată din acelaşi aliaj ca şi în cazul maşinii Standfast.

Procedeul cu ulei cald este aplicat pe agregatul Williams. Ţesătura după impregnare cu colorant, intră în unităţile agregatului, care conţin ulei încălzit la temperaturi peste 100°C, sub influenţa căruia apa se transformă imediat în vapori. O parte din vapori intră în baia de ulei, producînd reducerea şi fixarea colorantului.

16.8. INSTALAŢII DE VOPSIRE CU JET

Construirea instalaţiilor de vopsire cu jet a apărut ca o necesitate, odată cu introducerea fibrelor şi firelor sintetice în industria tricotajelor. Particularitatea lor constructivă o constituie varietatea lor în ceea ce priveşte forma, poziţia, capacitatea şi tehnologia de lucru.

16.8.1. Consideraţii teoretice asupra jeturilor

Jetul se formează la ieşirea fluidelor ce se deplasează cu presiune prin conducte, fie pe la capătul liber al conductelor, fie prin orificiile pereţilor acestora. Din punct de vedere hidrodinamic forma jeturilor este determinată de regimul de curgere. Jeturile produse de curgerea laminară (fig. 357) au o formă neregulată şi împrăştie fluidul la distanţe cu atît mai

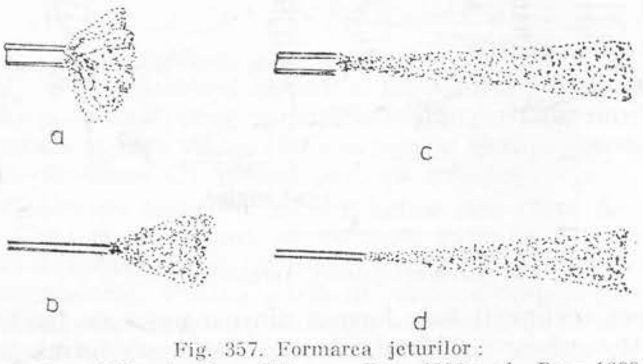


Fig. 357. Formarea jeturilor:
a—$Re = 150$; *b*—$Re = 700$; *c*—$Re = 2200$; *d*—$Re = 1800$.

mici de gura de refulare, cu cît valoarea *Re* este mai mică. De îndată ce viteza din deschiderea de refulare întrece valoarea critică, jetul devenind turbulent îşi precizează conturul, luînd forma unui con, împrăştiind fluidul

la distanțe mai mari de planul deschiderii de refulare. Pentru procesele de finisare și în special de vopsire, prezintă importanță numai jeturile turbulente.

16.8.1.1. Structura jeturilor

Forma, dimensiunile și direcția de propagare a jeturilor sînt foarte variate, determinate de gurile de refulare, care pot fi : circulare, pătrate, dreptunghiulare, fante înguste, plăci perforate, trunchiuri de con întrepătrunse. Jeturile pot fi :

— axiale, cînd se propagă pe direcții perpendiculare pe planul deschiderii de refulare ;

— radiale, cînd se propagă și se dezvoltă, după direcțiile paralele cu planul deschiderii de refulare ;

— multiple, care corespund unor panouri perforate, creind o sumă de jeturi axiale, subțiri, care se unesc la o distanță mică de planul de refulare.

În funcție de direcțiile de propagare, jeturile pot fi : orizontale, înclinate și verticale. Experimental s-a dovedit că, indiferent de forma deschiderilor sau de direcția de propagare, jeturile au o structură similară.

În funcție de temperatură jeturile sînt : izoterme, dacă $t_0 = t_m$ și neizoterme (calde) pentru $t_0 > t_m$ și reci pentru $t_0 < t_m$; t_0 reprezintă temperatura jetului și t_m a mediului.

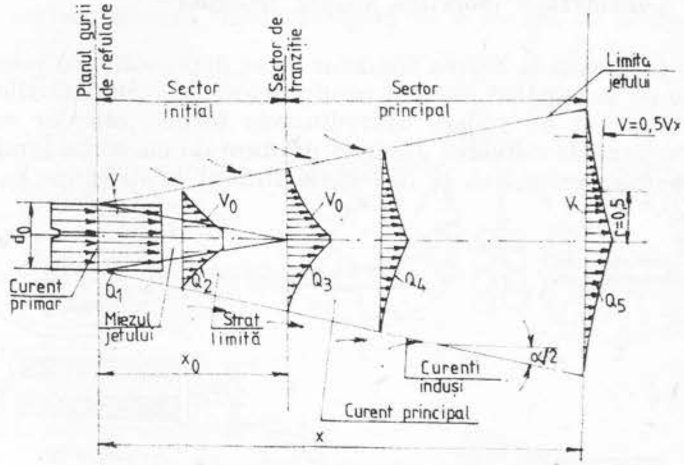


Fig. 358. Structura jetului turbulent liber.

Un jet liber turbulent este format dintr-o masă de fluid, variabilă, turbionară, într-o mișcare generală de translație sub forma unui curent divergent. Curentul de fluid primar manifestă tendința de a-și păstra consistența inițială și după ieșirea din gura de refulare, formînd în mijlocul jetului un miez în care viteza rămîne aproape egală cu viteza medie din planul gurii de refulare. Ca urmare, curba de distribuție a vitezelor în secțiunea transversală prin miez are forma unui dreptunghi (fig. 358).

Stratul de la periferia miezului vine în contact, la exterior, cu masa imobilă a mediului ambiant, iar la interior, cu curentul primar în mișcare. Din cauza viscozității mediului înconjurător, la marginile miezului se formează turbioane, care se propagă continuu spre interior, antrenînd particule din mediul ambiant și îngroșînd stratul limită. Deci, curba de distribuție a vitezelor în jet la o distanță oarecare este de forma a_2, care arată că în secțiunea îngustă a miezului, viteza medie a deschiderii de refulare se menține constantă ; în vecinătatea miezului, vitezele din stratul limită îngroșat scad continuu. O secțiune longitudinală prin miez are forma unei parabole alungite, care poate fi înlocuită cu suficientă aproximație prin două drepte, care se intersectează prin axa jetului. Deci, forma miezului se poate aproxima cu aceea a unui con cu vîrful în direcția de propagare a jetului. Dincolo de vîrful miezului, turbioanele inundă complet masa jetului. Curentul principal al jetului, care începe după dispariția completă a miezului, este format în întregime din turbioane într-o mișcare generală de translație.

Începutul formării jetului, imediat după ieșirea fluidului primar din gura de refulare, este caracterizat de crearea turbioanelor nu numai la periferia miezului, ci chiar în masa miezului. Orice turbion din jet este supus forțelor viscozității care tind să micșoreze viteza, determinînd încetarea activității turbionului. După parcurgerea unei anumite distanțe, energia cinetică devine atît de mică încît nu mai este capabilă să împrumute energia necesară pentru învingerea forțelor viscozității, iar turbionul se oprește. Din această cauză, fiecare jet are în mod teoretic un capăt final în care se produce anularea mișcării turbionare.

Prin urmare, orice jet se împarte în patru zone, a căror lungime prezintă importanță pentru calcul, întrucît legea de variație a vitezei axiale a jetului, în funcție de distanța de la planul de refulare este specifică fiecărei zone :

— un sector inițial, care se întinde pe toată lungimea miezului :

$$x_0 = 4d_0 \text{ sau } x_0 = 4h_0,$$

în care : x_0 este lungimea miezului ;
d_0 — diametrul efectiv al curentului primar de fluid ;
h_0 — înălțimea caracteristică a gurii de refulare de formă dreptunghiulară în care viteza din axa jetului rămîne constantă și aproximativ egală cu viteza din planul gurii de refulare ;

— o regiune de tranziție, cu o lungime mai mare decît sectorul inițial ($x_0 = 8\ d_0$), pentru guri de refulare rotunde sau dreptunghiulare, cu un raport de formă R_f mic (R_f este raportul dintre laturile gurilor de refulare dreptunghiulare). Pentru gurile de refulare dreptunghiulare cu raport de formă mare, această regiune se alungește și ocupă un domeniu, care începe de la distanța $4\ h_0$ de la planul de refulare și ține pînă la distanța de aproximativ $4\ h_0\ R_f$. În această regiune viteza în axa jetului scade lent cu distanța de la gura de refulare ;

— un sector principal, care datorită lungimii mari (de la $25\ d_0$ pînă la $100\ d_0$) și caracterului său stabil, prezintă interes major pentru practică. Viteza în axa jetului, pentru această zonă, scade cu distanța de la

gura de refulare mai repede decît în regiunea de tranziție, iar turbulența fluidului are un unghi de divergență constant. În această zonă, toate jeturile au formă similară, rotundă, indiferent de forma gurilor de refulare (chiar și în cazul fantelor înguste și cu lungime mare), datorită turbulenței care inundă complet masa jetului, spre deosebire de sectorul inițial, și parțial cel de tranziție, în care forma jetului păstrează într-o oarecare măsură caracterul gurii de refulare;

— o regiune finală, în care viteza axială descrește foarte repede, iar jetul este inundat de mișcarea generală a mediului. Turbioanele jetului în această zonă sînt atît de reduse încît mișcarea lor este oprită de acțiunea viscozității.

16.8.1.2. Elementele caracteristice ale jetului

Principalele caracteristici ale jetului sînt: unghiul de convergență, de divergență, profilul vitezelor (distribuția vitezelor în diferite secțiuni transversale prin jet), bătaia jetului, lungimea zonelor jetului, coeficientul de turbulență. La aceste caracteristici se adaugă geometria gurii de refulare, distanța de la gura de refulare și temperatura. Caracteristicile principale ale jeturilor axiale sînt: coeficientul de turbulență, unghiul de divergență și elementele miezului. Coeficientul de turbulență determină lungimea miezului și bătaia jetului. Cu cît coeficientul de turbulență al jetului este mai mare, cu atît lungimea miezului este mai mică și bătaia jetului mai scurtă.

Unghiul de divergență al jetului cuprinde întregul volum, în care viteza din jet are o componentă paralelă cu axa. Dacă în sectorul inițial unghiul de divergență este afectat de coeficientul de turbulență, în sectorul principal, unghiul de divergență este independent de forma, mărimea, turbulența și viteza în gura de refulare. Valoarea unghiului de divergență în sectorul principal este de 24° pentru jeturile rotunde și de 33° pentru cele plane.

Pentru toate jeturile rotunde și plane, produse de guri de refulare de diferite dimensiuni, unghiul miezului are valori $\alpha_0 = 88°$. În schimb, lungimea miezului este variabilă și depinde de coeficientul de turbulență și de viteza de refulare. Pentru gurile de refulare cu turbulență mică, lungimea miezului se poate calcula cu relația:

$$x = 10\, d_0 - 5\, d_0,$$

iar pentru guri de refulare cu turbulența mare:

$$x_0 = 5d_0 \div 2{,}5\, d_0.$$

Viteza în miez este egală, pe toată lungimea acestuia cu viteza în deschiderea de refulare. Caracterul distribuirii vitezelor în planul de refulare se menține în oricare secțiune transversală prin miez.

16.8.1.3. Elementele de calcul pentru jeturi

Viteza axială v_x de-a lungul jetului este egală pe toată distanța x_0 a primei zone cu viteza în axul miezului v_{0miez}. În cazul refulării fluidului prin panouri, miezul de viteză constantă a jetului, format din împreunarea jeturilor individuale ale orificiilor, se extinde pe o distanță destul de mare de la planul panoului, pentru $\frac{x}{\sqrt{A}} > 5$,

în care : x este distanța de la panou ;
A — suprafața panoului.

Viteza în axa jetului general se poate calcula cu relația :

$$v_x = 1{,}2\, v_0 \sqrt{C_d R_a}$$

în care : v_0 este viteza medie efectivă în planul de refulare, care ține seama de secțiunea strangulată a curentului de fluid la ieșirea din gură ($v_0 = v_0/C_d R_a$) ;
v_c — viteza nominală în gura de refulare, care se stabilește pe baza debitului primar — nominal și a dimensiunilor de gabarit aferente debitului de refulare ;
C_d — coeficientul de debit, care exprimă raportul dintre aria efectivă redusă în vena contractă și aria nominală cu valoarea de 0,65 pentru guri cu margini ascuțite, și 0,9 pentru ajutaje cu margini rotunjite ;
R_a — raportul dintre aria liberă și aria nominală.

Pentru zona a doua, variația vitezei cu distanța se exprimă prin relația :

$$v_x = v_0 \sqrt{\frac{K\, h_0}{x}},$$

în care : h_0 este lățimea jetului în gura de refulare fără strangulare sau în vena contractă (vena contractă reprezintă zona în care jetul are dimensiunea cea mai mică) ;
x — distanța de la planul de refulare la această zonă.

În zona a treia, variația vitezei cu distanța se calculează cu relația stabilită din egalitatea cantităților de mișcare de-a lungul sectorului principal al jetului :

$$v_x = v_0 K \sqrt{\frac{A_0}{x}},$$

în care : A_0 este aria efectivă, liberă, de scurgere a fluidului în planul de refulare :

$$A_0 = A_c C_d R_a.$$

Pentru calcule în funcție de elementele cunoscute, relația mai poate fi scrisă și sub următoarele forme :

$$v_x = 0{,}885 \frac{K v_0 d_0}{x}\ ;\ v_x = \frac{KD}{x\sqrt{A_0}}\ ;\ v_x = \frac{K\,D}{x\sqrt{A_c C_d R_a}},$$

în care : K reprezintă o constantă, care depinde de forma gurii de refulare, avînd valori de la 5 la 6,5 ;

d_0 — diametrul efectiv pentru guri rotunde ;

D — debitul normal ;

A_v — aria nominală a deschiderii de refulare, determinată pe baza dimensiunilor de gabarit.

Bătaia jetului se poate stabili din relația vitezei axiale de-a lungul jetului, pentru valorile constante ale lui v_x, cu relațiile :

$$s = 3{,}54\, K v_0 d_0\,; \quad s = \frac{KD}{0{,}25\sqrt{A_c C_d R_a}}.$$

Debitul de fluid extern indus în debitul primar.

Relația între cele două debite are forma :

$$\frac{D_x}{D} = \frac{2}{K}\,\frac{x}{\sqrt{A_0}},$$

$D_x = D_i + D$ — reprezintă debitul total de fluid pus în mișcare de jet la distanța x de planul de refulare.

Relația este valabilă pentru sectorul principal (zona a treia) al jeturilor rotunde. Rezultă din această relație că, pentru o gură de refulare dată, raportul de inducție : $i = D_x/D$, depinde numai de distanța x de la planul gurii de refulare, K și A_0 fiind constante. Fantele produc jeturi cu D_x/D mai mare decît gurile rotunde sau pătrate. Pentru zona a treia, jeturile plane create de fante cu lungime mare, relația de mai sus ia forma :

$$\frac{D_x}{D} = \frac{\sqrt{2}}{K}\sqrt{\frac{x}{h_0}},$$

în care : h_0 este lățimea fantei.

16.8.2. Tipuri de instalații de vopsire cu jeturi

În evoluția constructivă a utilajului clasic pentru vopsirea discontinuă s-au distins trei etape principale : trecerea de la antrenarea materialului cu sisteme unitare de antrenare mecanizată (cada cu un singur hașpel) la sisteme cu role multiple — care înlocuiesc hașpelul principal, antrenate prin trenuri de roți dințate ; apoi la sistemele hidropneumatice pentru transportul materialului, cu modificarea concomitentă a formei căzilor de mare capacitate, care prezintă o serie de dezavantaje, și ; ulterior, la canale înguste, proiectate în diferite forme : I, U, O etc., prin care materialul este deplasat cu viteză mare sub acțiunea jeturilor. Pentru vopsirea la temperaturi mai mari de 100°C asupra căzii cu hașpel s-au adus următoarele modificări :

— trecerea de la forma clasică a căzii la forma circulară—corespunzătoare recipienților care lucrează sub presiune, autoclave — cu introducerea hașpelului în interiorul autoclavei ;

— amplasarea unui suport plan perforat în interiorul autoclavei la partea inferioară ; introducerea unei pompe pentru circularea soluției ;

— amplasarea unor dispozitive hidraulice pentru închiderea capacelor. Prin adaptările corespunzătoare, efectuate asupra instalațiilor de vopsire la TI, cu utilizarea duzelor în sistemul de transport al materialului, și deci renunțarea la sistemul clasic de vopsire — cu soluție staționară și deplasarea materialului textil — în unele cazuri cu menținerea dispozitivelor pentru transportul mecanic, s-au creat premizele construirii instalațiilor de vopsire cu jet. Indiferent de faptul că unele instalații au menținut sistemul de încălzire intern sau au trecut la sistemul exterior, în toate, transportul materialului se asigură cu jeturi de presiune de diferite structuri. În general, instalațiile de vopsire în funie se pot clasifica în :

— căzi cu hașpel, speciale ;

— instalațiile de vopsire cu jet cu antrenarea suplimentară prin hașpel sau role ;

— instalații de vopsire cu jet, prevăzute în interior cu un spațiu liber de aer. Aceste instalații impun o atenție deosebită în selecționarea coloranților și a produselor auxiliare, din punct de vedere al comportării lor la spumare. Faptul că autoclava nu este umplută, spațiul liber de aer favorizează tendința de dezvoltare a spumei, iar la cantități mari de spumă devine imposibilă funcționarea pompei, care lucrează sub randamentul normal, cu întreruperi în circulația soluției și, deci cu oprirea circulației materialului ;

— instalații de vopsire cu jet pline, cu soluție și cu material, fără spațiu liber de aer, și deci fără posibilitatea formării spumei.

După poziția spațiului de vopsire, instalațiile sînt orizontale și verticale. Instalațiile orizontale prezintă avantajul că efectul gravitației asupra materialului textil este aproape insensibil ; înălțimea de depozitare este practic nulă ; nu se formează noduri, sau rupturi ; se realizează economii de apă pentru spălare, prin golirea totală a instalației prin preaplin ; asigură o repartiție uniformă a temperaturii și colorantului.

16.8.2.1. Mașini speciale cu hașpel la TI

Aceste mașini de formă cilindrică se caracterizează printr-un hidromodul mic (1 : 10 ‥ 1 : 12). Cele două hașpele pentru antrenarea materialului textil și cel secundar cu diametrul mic, pentru conducerea materia-

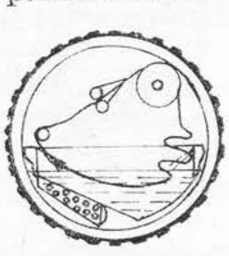


Fig. 359. Cadă cu hașpel pentru vopsit la TI, cu sistem de duze.

lului sînt amplasate cît mai aproape de suprafaţa soluţiei, reducîndu-se considerabil tensionarea materialului. Sistemul de duze este de tipul ajutajelor de la maşinile de spălat ţesături de lînă, avînd rolul de a recircula soluţia în vederea îmbunătăţirii transferului de masă (fig. 359).

16.8.2.2. Instalaţii de vopsire cu jet şi antrenare mecanică

Instalaţiile de tip circular (fig. 360) — Hisaka Circular, au o construcţie de tip orizontal, o capacitate de încărcare de 30–100 kg, hidromodul 1 : 20, două rînduri de duze (mici şi mari) în grupe 1–30 ; caracteristica principală a acestor instalaţii o constituie cantitatea foarte mică de material textil în afara flotei.

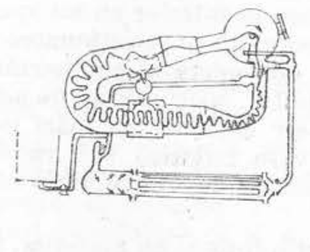


Fig. 360. Instalaţie de tip orizontal – circular.

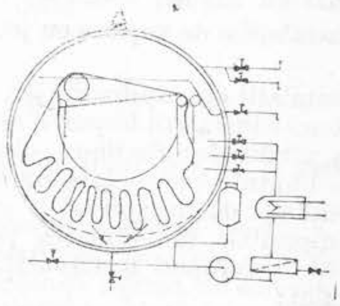


Fig. 361. Instalaţia Giroflux.

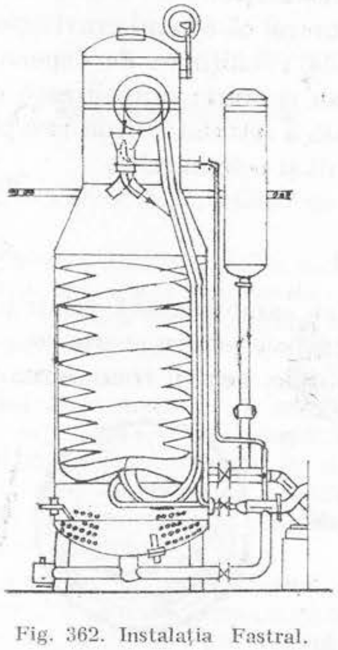


Fig. 362. Instalaţia Fastral.

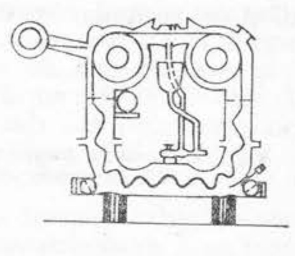


Fig. 363. Instalaţia Unibac.

Instalația Giroflux (fig. 361) este prevăzută în spațiul inelar de circulație a soluției și materialului, cu trei orificii — pentru jeturile de injectare — care antrenează soluția cu materialul textil.

Instalația Fastral (fig. 362) cu autoclavă verticală, cu $\frac{H}{D} \geqslant 1$, și

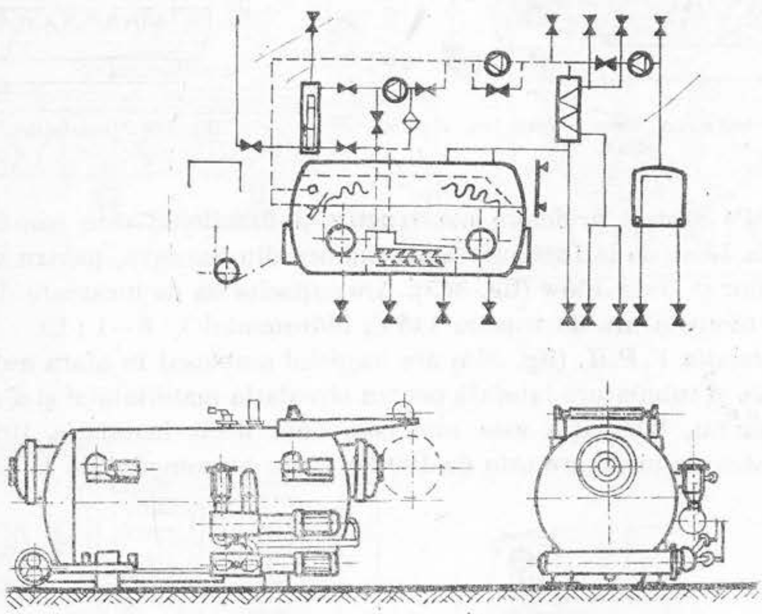


Fig. 364. Instalații cu autoclava orizontală:
a — instalația Brückner — jet; *b* — instalația Unijet — Brückner.

capacități de încărcare de 15—25 kg; 25—50 kg; 60—100 kg; 80—125 kg lucrează cu hidromodul redus de 1 : 12—1 : 18. Hașpelul amplasat la partea superioară a autoclavei transportă funia de material într-o pîlnie, de unde este preluat de jeturile duzelor și depozitat în spațiul coroanei circulare a autoclavei. Ștuțul de aspirație a pompei racordat la partea inferioară a autoclavei ajută la deplasarea materialului pe partea inferioară și de aici spre hașpelul transportor. Soluția este recirculată de pompă prin schimbătorul de căldură exterior.

Instalația Unibac, cu capacitatea de încărcare de 60 kg, are canalul pentru depozitarea materialului în formă de „U" la capete avînd amplasate hașpele pentru transportul materialului. Soluția de vopsire este absorbită prin material și recirculată de o pompă între cele două hașpele (fig. 363).

Instalația TI, Brückner-jet (fig. 364, *a* și *b*) cu autoclavă orizontală este prevăzută cu două hașpele în interior și cu schimbător de căldură

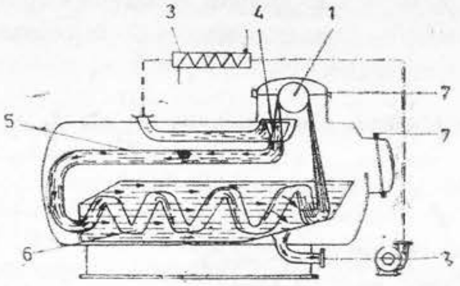


Fig. 365. Instalația Ower — flow, cu flotare plină.

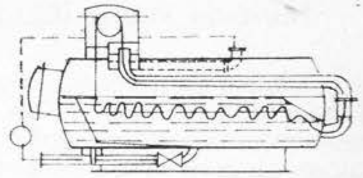


Fig. 366. Instalația VPH.

extern. Pe același principiu constructiv și funcțional este construită și instalația Liloc de la Întreprinderea Zimbru din Suceava, pentru vopsirea tricoturilor și Ower-Flow (fig. 365). Are capacitatea de încărcare de 100—120 kg, temperatura de vopsire 145°C, hidromodul 1 : 8—1 : 10.

Instalația V.P.H. (fig. 366) are hașpelul amplasat în afara autoclavei orizontale și tubulatura laterală pentru circulația materialului și a soluției. În ansamblu, instalația este mai compactă decît instalația Brückner. Capacitatea de încărcare este de 100 kg la un hidromodul de 1 : 15.

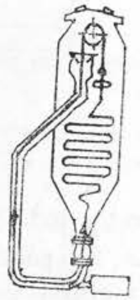


Fig. 367. Instalația Menzel.

Instalația Menzel prezintă particularitatea constructivă a unei tubulaturi laterale și a unui dispozitiv de siguranță (fig. 367).

Instalația Scholl (fig. 368) se caracterizează printr-o tubulatură laterală mai înaltă, la a cărei părți superioare este amplasat alimentatorul hașpel. Canalul părții orizontale este mai mare decît cel vertical. Schimbătorul de căldură, comun mai multor canale de vopsire este de asemenea montat în poziție orizontală. Pompa aspiră soluția prin schimbătorul de căldură și refulează la sistemul de duze din canalul vertical și orizontal. O asemenea instalație este amplasată la întreprinderea Țesătoria de mătase Victoria, Iași.

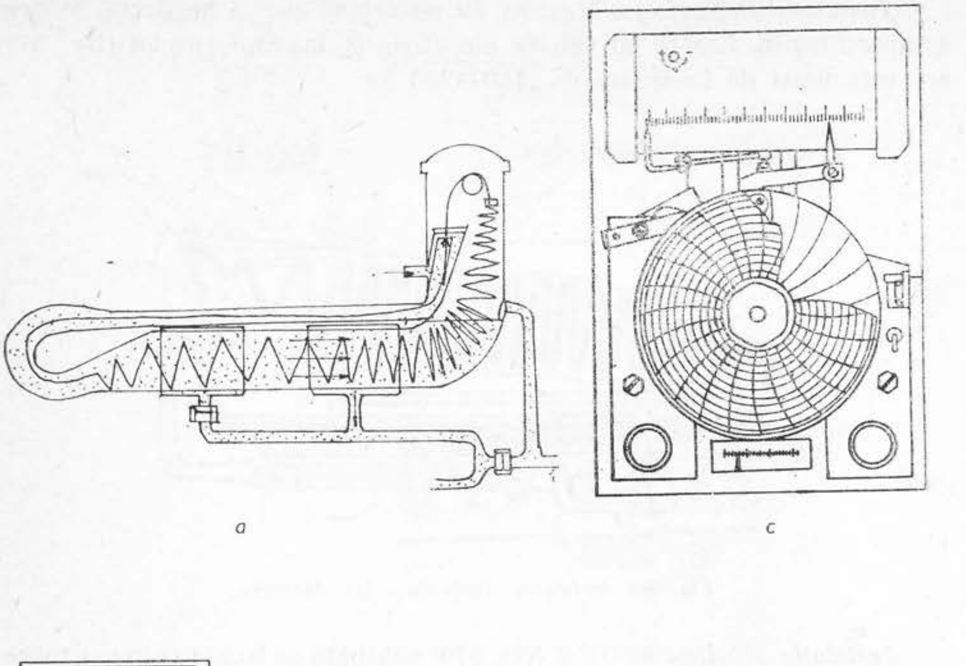


Fig. 368. Instalaţia Scholl:
a — schema constructivă; *b* — ansamblul sistemului de reglare a temperaturii; *c* — dispozitiv pentru reglarea temperaturii; *d* — sistem de antrenare.

Instalația Delicado-jet-Mezzera, cu autoclavă conică împărțită în două compartimente, fiecare cu tub de circulație și injector special (fig. 369), are capacități de încărcare de 120—220 kg.

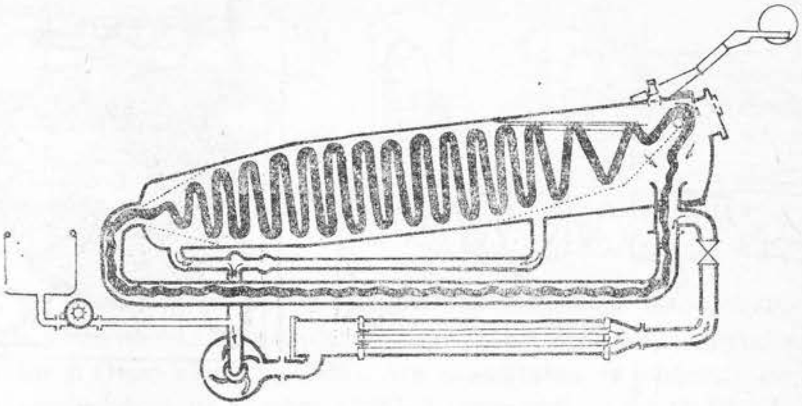


Fig. 369. Instalația Delicado — jet Mezzera.

Instalația Miniflot jet OFM (fig. 370) echipată cu bandă transportoare și tubulatură laterală de vopsire continuă, lucrează la o viteză pînă la 200 m/min.

Instalația Simplex-jet-Ilma (fig. 371) are viteză mare de circulație, 450 m/min și hidromodul mic 1/15—1/5.

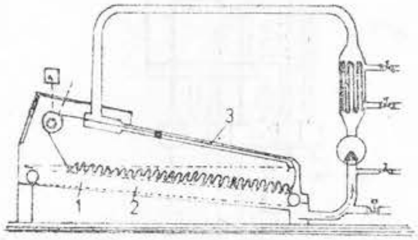


Fig. 370. Instalația Miniflot-jet — OFM
1 — cadă conteinere; 2. — bandă transportoare; 3 — tubulatură pentru vopsire continuă.

Instalația Soft-Stream Thies lucrează la un hidromodul de 1/8—1/20, cu o viteză mică prin compartimentele construcției monobloc, fiecare compartiment avînd o capacitate de încărcare de 150 kg. Întregul proces tehnologic este controlat prin microprocesoare (fig. 372, *a* și *b*).

Instalația R-jet 140 (fig. 373, *a*) are mai multe compartimente (1—6), și lucrează la hidromodule mici (1/6) cu viteze mari de 450 m/min și la durate foarte scurte. Capacitatea de încărcare a unui compartiment este de 75—180 kg.

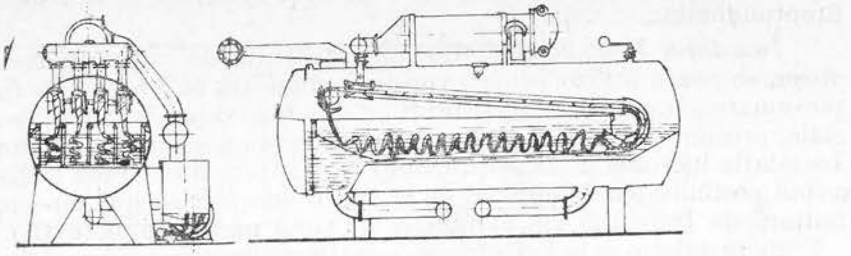
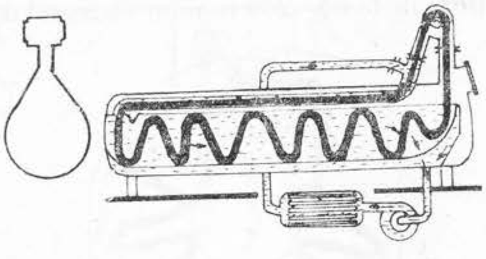
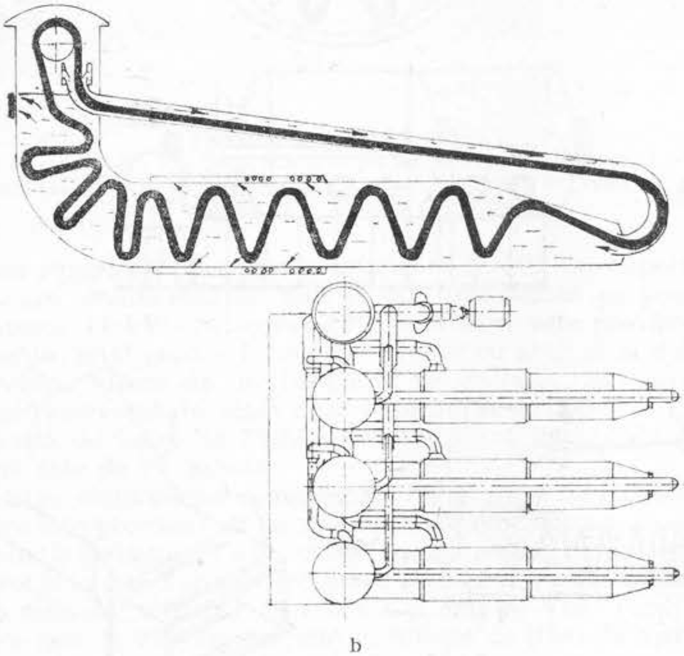


Fig. 371. Instalația Simplex — jet Ilma.



a



b

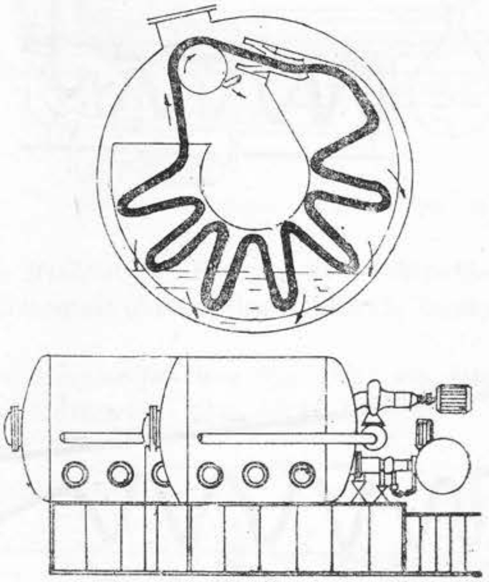
Fig. 372. Instalația Soft — Stream :
a — ansamblul instalației ; *b* — detalii constructive ale compartimentării

Instalația R-jet 95 S, Thies (fig. 373, *b*) folosește tub de transport dreptunghiular.

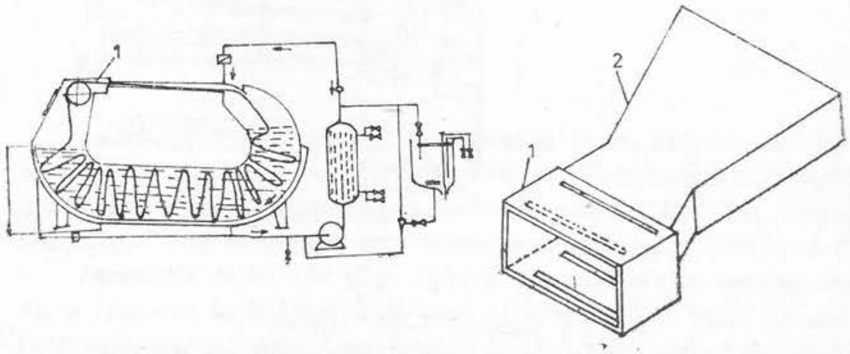
Instalația R-jet-95 (fig. 373, *c*), construită de întreprinderea Metalul Roșu, se poate utiliza pentru vopsirea în bucată sub formă de funie, fără tensionarea țesăturilor și tricoturilor din fire naturale, sintetice și artificiale, precum și a amestecurilor acestora la temperaturi de maximum 95°C. Instalația lucrează la un hidromodul de 1 : 5, cu viteză pînă la 150 m/min, avînd posibilitatea de cuplare de la 1 la 6 compartimente, cu o capacitate unitară de 100—130 kg, în funcție de tipul materialului textil.

Pe instalație se pot efectua și operații preliminare de pregătire premergătoare vopsirii : spălare, degomare, fierbere, albire.

Prin sistemul de antrenare motovariroductor, materialul textil se poate deplasa cu viteza de la 60—200 m/min. Sistemul de duze este ampla-



a



b

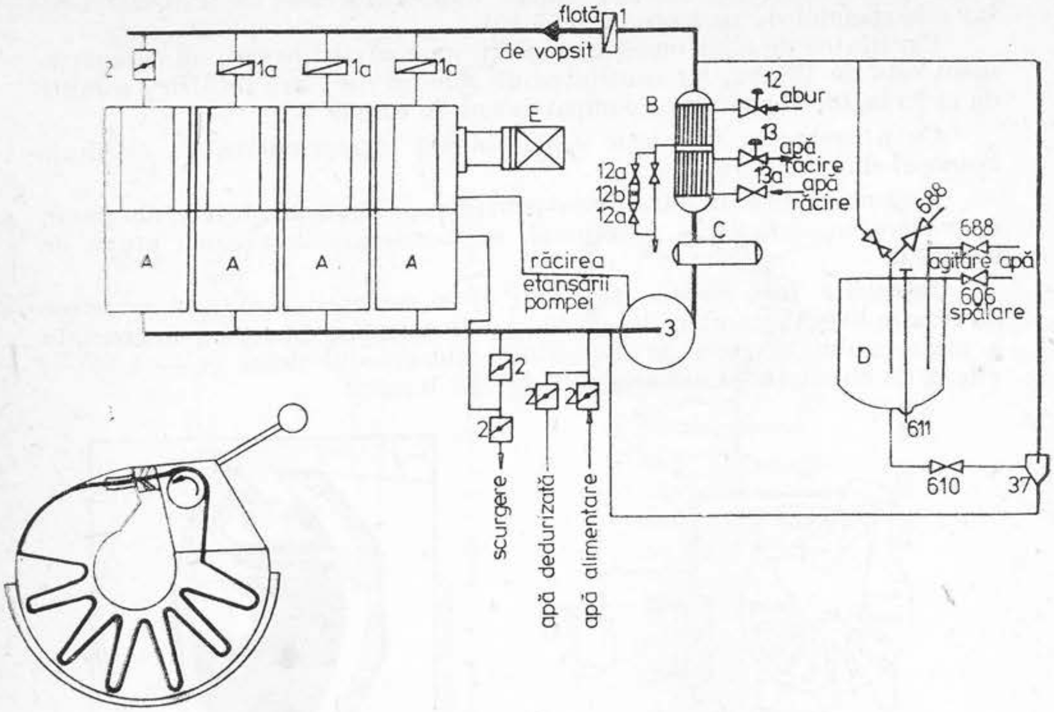


Fig. 373. Instalaţia R – jet.
a – instalaţia R – jet 140; *b* – instalaţia R – jet 95 S, Thies; *1* – duză; *2* – tub de transport; *c* – instalaţia R – jet Metalul Roşu: *A* – compartiment de vopsire; *B* – schimbător de căldură; *C* – colector; *D* – rezervor.

sat la partea superioară. La partea inferioară se află un suport plan perforat, prin care circulă soluţia. Soluţia este transferată cu pompă centrifugă cu puterea 11 kW. Schimbătorul de căldură este prevăzut cu două compartimente, unul pentru încălzirea soluţiei cu abur şi al doilea pentru răcirea acesteia. Viteza de încălzire este de 3°C/min. Din instalaţie mai face parte şi rezervorul de adaos cu o capacitate de 300 l.

La turaţia de ieşire de 31,25 rot/min, viteza lineară de deplasare a materialului este de 21 m/min.

Deplasarea materialului se realizează de un grup de antrenare al tamburului, care este prevăzut cu un motovariredactor. Pentru 1–3 compartimente, motovariredactorul este dotat cu un motor de antrenare de 1,5 kW/1 500 rot/min; un variator continuu de turaţie cu domeniul de reglare $\Delta = 6$; un reductor cilindric cu $i = 6,3$ şi montaj V05. Turaţia de ieşire din reductor este de 63–398 rot/min în funcţie de tipul de material textil, greutatea specifică şi procesul tehnologic aplicat.

Durata medie de vopsire este de 1–4 ore, funcţie de capacitatea de încărcare, care variază de la 100–780 kg, la un conţinut de soluţie de la 500 la 3 900 pentru un hidromodul de 1 : 5.

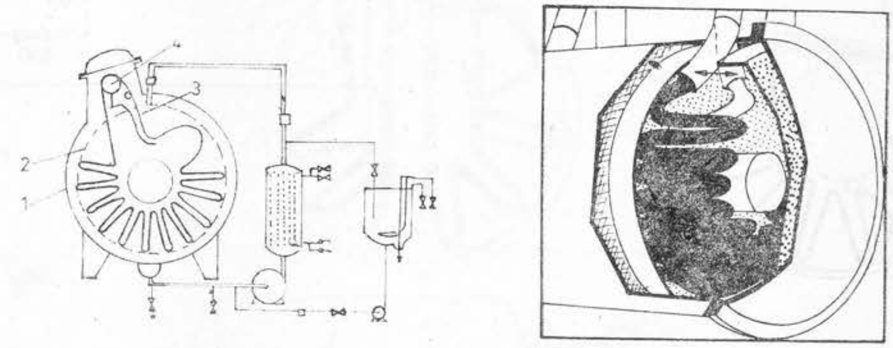
Puterea motorului de antrenarea tamburului este de 1,5—2,2 kW, iar a haspelului de scoatere de 0,55 kW.

Cantitatea de abur necesară vopsirii unei partizi pentru un compartiment este de 120 kg, iar cantitatea de căldură necesară încălzirii soluției de la 20 la 100°C pentru un compartiment de 67 960 W.

Cu o asemenea instalație este echipată întreprinderea de tricotaje Someșul din Cluj-Napoca.

Deși nu reprezintă o instalație pentru vopsirea la TI, totuși, din punct de vedere constructiv și funcțional, se încadrează în această grupă de instalații.

Instalația Roto-Stream (fig. 374, *a*) se caracterizează prin mișcarea de rotație liberă a tamburului perforat, sub acțiunea diferenței de greutate a materialului în zona de depozitare, hidromodul redus (1/4—1/15) și viteză de circulație a materialului de 100 m/min.



a *b*

Fig. 374. Instalația Roto-Stream Thies:
a — ansamblu constructiv; *1* — cadă circulară; *2* — tambur perforat rotativ; *3* — duză; *4* — rolă; *b* — detaliu funcțional.

Instalația Eco-Soft (fig. 375) se construiește în mai multe variante:
— Stand, cu capacitate de 150 kg;
— cu mai multe unități și capacități mari de 220 kg;
— cu duze libere și capacități normale de 130 kg/canal.

Instalația Masuda este construită pe principiul similar — al circulației materialului prin tubulatură laterală (fig. 376) și are capacitatea de încărcare 100 kg, hidromodulul 1 : 18, temperatura de vopsire 130°C. Blocul de material este ridicat la anumite intervale cu ajutorul aerului comprimat. Tot pe principiul fluxului intern este construită și instalația Barriquando.

16.8.2.3. Instalații de vopsire cu jet, cu spațiu liber de aer

Tipul reprezentativ îl constituie instalația Super-jet Gaston, (fig. 377), care reprezintă o perfecționare a căzii cu haspel de vopsit la TI, caracterizată prin numărul variabil de duze (pînă la 6), și modul de amplasare,

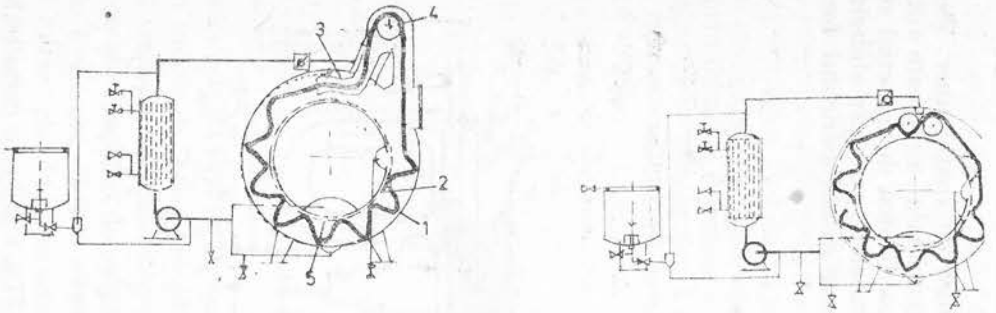


Fig. 375. Instalaţia Eco-Soft:
1 — conteiner; *2* — tambur perforat; *3* — canal de vopsire intensă; *4* — haspel; *5* — compartiment de aspiraţie a soluţiei.

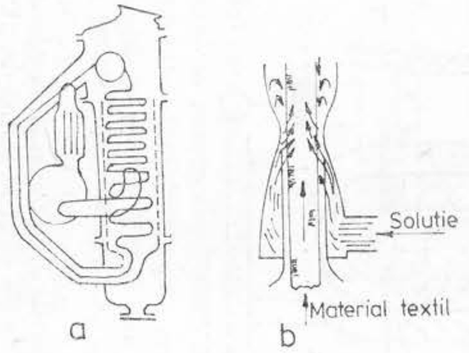


Fig. 376. Instalaţia Masuda:
a — schema generală; *b* — sistemul de antrenare al materialului textil.

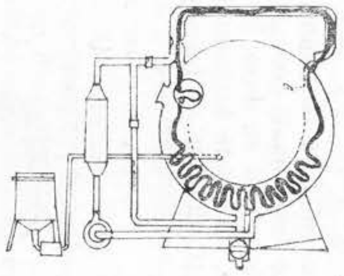
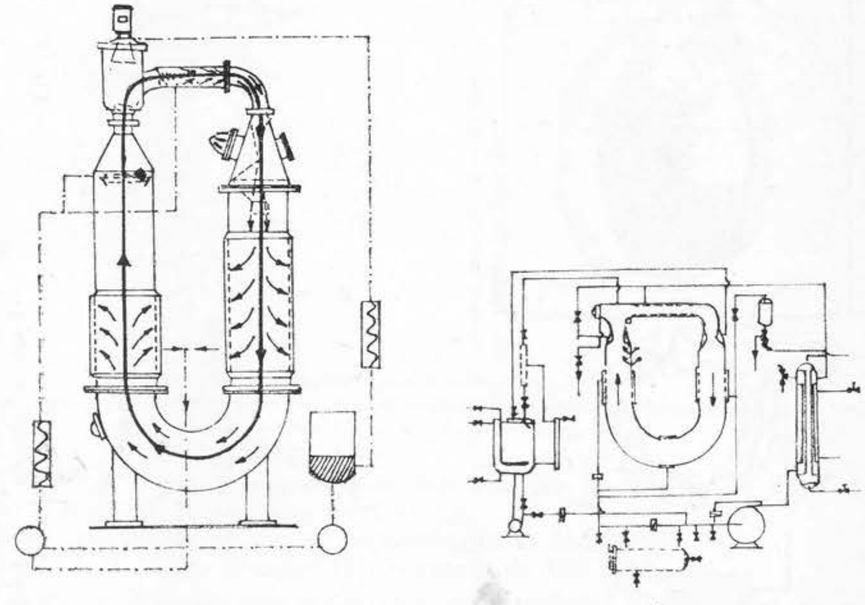


Fig. 377. Instalaţia Super — jet Gaston.

după un sistem de conducere a materialului textil format din trei role. Capacitatea de încărcare este de 120—215 kg, hidromodulul 1 : 6, temperatura de vopsire 150°C. Instalaţia este prevăzută cu schimbător de căldură extern, ventil de droselare, pompă de circulaţie, dispozitiv de luat mostre.

16.8.2.4. Instalaţii de vopsire cu jet, fără spaţiu liber de aer

Acestea înlătură dezavantajele instalaţiilor cu spaţiu liber. Particularitatea lor funcţională constă în faptul că materialul textil este antrenat în instalaţie numai cu duze. Întrucît toată cantitatea de material se află sub soluţie, nu există inclusiuni de aer în material, nu apar alungiri din cauza tracţiunii; nu se formează spumă; nu există pericolul formării petelor de accelerator.



a b

Fig. 378. Instalaţii cu cadă în U:
a — instalaţia Jet — Stream; *b* — instalaţia Jumbo — jet.

Instalaţiile Jet-Stream şi Jumbo-Jet (fig. 378, *a* şi *b*) se caracterizează prin construcţia căzii în formă de „U", cu o capacitate variabilă de 50—75 kg, avînd ramurile racordate la o duză. Soluţia de vopsire este absorbită de ambele ramuri şi readusă prin pompare la duză, astfel încît jetul de soluţie antrenează funiile de material pe care le depune în strat sub soluţie. Circularea întregii cantităţi de soluţie se realizează în mai puţin de 1 min. Temperatura de vopsire este de 140°C, hidromodulul, de 1 : 8—1 : 15, la un număr variabil de duze de 1—8 care se pot schimba şi cupla rapid şi simplu.

Instalația Then-jet (fig. 379) cu autoclavă orizontală, prezintă avantajul că se poate amplasa direct pe podea. Capacitatea de încărcare este de 100—140 kg; hidromodul 1 :10—1 :12 și temperatura de 140°C. Vopsirea în stare întinsă în lățime se poate realiza prin cuplarea mai multor instalații sau prin folosirea canalelor de depozitare al unităților Then-jet.

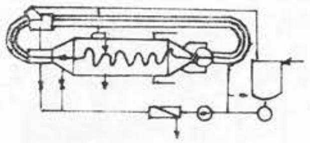


Fig. 379. Instalația Then — jet de tip orizontal.

Instalația Vald Henriksen (fig. 380) existentă în întreprinderile noastre, se caracterizează printr-o deplasare lină a tricotului din PE texturat, fiind exclus orice risc de formare a cutelor sau a nodurilor.

În comparație cu procedeele clasice, în care spălarea nu este posibilă decît prin diluarea continuă și evacuarea prin preaplin, instalația prezintă avantajul că soluția epuizată se poate evacua dintr-odată, permițînd umplerea aparatului cu apă proaspătă, realizîndu-se astfel importante economii de apă.

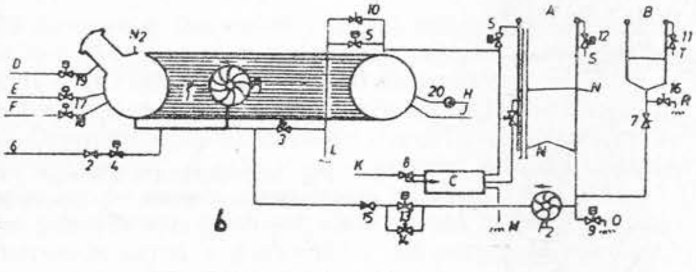


Fig. 380. Instalația Vald Henriksen.

Instalația de vopsire Krantz (fig. 381) are spațiul de vopsire sub formă de tub îndoit în formă de „0", prevăzut la partea superioară cu o duză pentru transportul materialului. Soluția este absorbită de pompe din diferite zone ale spațiului de vopsire și trimisă spre duze. Tubul are o capacitate de încărcare de 100—150 kg cu posibilitatea de a cupla mai multe tuburi între ele; hidromodulul 1 :10—1 :12; temperatura de vopsire 140°C; debitul pompei de circulație 6000 l/min; viteza materialului 50—150 m/min; duze cu diametrul de 40; 60; 80; 100 mm, care se folosesc în funcție de natura materialului și de coloranți.

Instalația Bi-jet are o construcție specială a canalului de vopsit în formă de „V".

Instalația Multi-jet (*Gigant-jet*) *Ilma* (fig. 382), dotată cu aparatură de reglare și control continuu al vitezei țesăturii, care atinge valori de

150 m/min ; capacitatea de încărcare 80—120 kg şi temperatura de lucru 140°C. Soluţia circulă continuu şi acoperă compartimentul de vopsire.

Instalaţia Ultimat (*Vald-Henricksen*) (fig. 383) se caracterizează printr-o cadă toroidală. Materialul, preluat de o rolă, este predat unui jet cu tub de pliere şi depus pe un disc rotativ antrenat din exterior. Aceasta

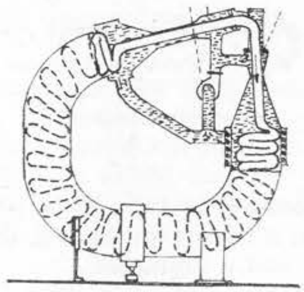


Fig. 381. Instalaţia Krantz.

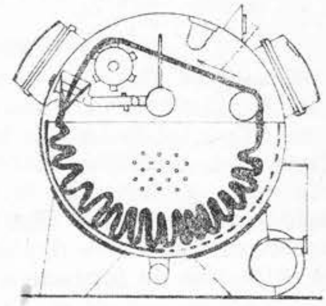


Fig. 382. Instalaţia Multi-jet (Gigant — jet).

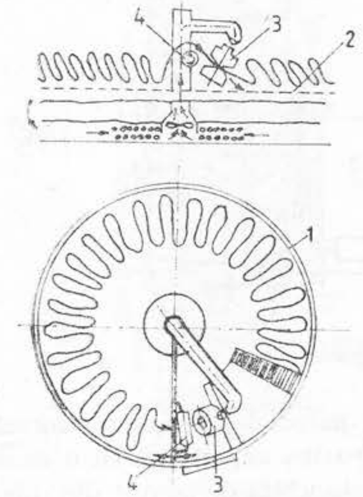


Fig. 383. Instalaţia Ultimat VH :
1 — cadă (conteiner), toroid ; *2* — disc rotativ de antrenare ; *3* — duză ; *4* — role de antrenare.

permite să se micşoreze presiunea hidraulică în duză şi să se vopsească materiale sensibile la scămoşare. Din prima variantă constructivă VH a rămas numai forma de toroid orizontal a conteinerului. Prin acţionarea materialului de către disc, nu mai este necesară prezenţa flotei în conteiner. Lucrează la un hidromodul de 1/4—1/12 şi o capacitate de încărcare în conteiner de 130 kg. Instalaţia se livrează şi cu două conteinere suprapuse.

În principiu, unele instalaţii cu jet se pot cupla, fiind prevăzute fie cu o pompă comună, fie cu pompe individuale pe unităţi. Prin alegerea corespunzătoare a duzei de antrenare, orice instalaţie poate fi folosită pentru cele mai variate articole ca structură şi compoziţie, realizîndu-se

vopsiri egale, datorită distribuției uniforme a soluției în material, inexistenței zonelor stratificate cu temperaturi diferite și a incluziunilor de aer, vopsiri pătrunse în timp foarte scurt, datorită turbulenței rezultată și din diferența de mișcare (soluție-material), care asigură rezistențe mai bune ale vopsirilor și uniformizarea temperaturilor. Pe aceste instalații sînt evitate deformările și degradările țesăturilor și tricoturilor datorită schimbării faldurilor cu jeturi, precum și datorită faptului că nu există variații de temperatură în timpul vopsirii. Turbulența specifică sistemului cu jeturi, viteza mare a materialului textil și hidromodulul redus, crează condiții optime de uniformizare rapidă a temperaturii, permițînd încălzirea într-un timp relativ scurt, a soluției, cu 3—5°C/min. Răcirea se poate, de asemenea, realiza cu viteze mari de 2°C/min.

Proiectarea instalației de vopsire cu jet se bazează pe același principiu ca și instalațiile de vopsire la temperaturi înalte; dimensionarea geometrică în funcție de densitatea de depunere în canal, spațiul de depozitare și de hidromodul; calculul sistemului de încălzire pe baza bilanțului termic; calculul energetic în funcție de numărul pompelor, de sistemul de duze, de numărul și amplasarea lor și de schema izometrică a instalației.

16.9. UTILAJE PENTRU VOPSIREA COVOARELOR

Ca urmare a dezvoltării în ultimii ani a industriei de covoare, au apărut noi procedee și instalații de vopsit. Participarea în cadrul acestei industrii și a fibrelor poliesterice în proporții tot mai mari, confirmă pe deplin modernizarea utilajului, care cu mulți ani în urmă a fost total neglijată. Organizarea a numeroase tîrguri internaționale de covoare, confirmă, de asemenea, marele interes pentru această industrie. Un alt motiv al amploarei pe care a cunoscut-o în ultimii ani această industrie, este și aceea a posibilității de vopsire nu numai în fir (texturat), ci și în bucată. Rămînerea în urmă a dezvoltării industriei de covoare, respectiv a finisării, a fost determinată și de faptul că multă vreme vopsirea se practica pentru poliamidă texturată, în fir, iar pentru p.a.n., în fibră.

Primele covoare poliamidice uni s-au vopsit pe mașini cu vîrtelniță, fără ca acestea să fie prevăzute cu dispozitive suplimentare. Aceasta explică faptul că s-a răspîndit procedeul pentru vopsirea covoarelor în bucată sub formă de funie, pe mașina cu hașpel. Problemele care au apărut, din punct de vedere al neuniformității marginilor și formării cutelor în funii, se datorau lipsei dispozitivelor de întindere și a pompelor pentru transferul soluției.

După modul de lucru, utilajul pentru vopsirea covoarelor este de două tipuri: cu acțiune discontinuă și cu acțiune continuă.

16.9.1. Utilaje cu acțiune discontinuă

Mașinile cu hașpel tip Bruckner au o lățime de lucru pînă la 5 m, o capacitate de încărcare de 180—240 m și un volum de soluție de 20 m³. Pe aceste mașini se pot vopsi și mochetele.

Aparatele de vopsit pe suluri perforate la TI, Supraflex, deși au aceeași capacitate de încărcare ca și mașinile cu hașpel, totuși nu impun anumite restricții determinate de mărimea spicului covorului, care, de la anumite înălțimi, se deformează. Aceste aparate sînt indicate pentru flour scurt și des.

16.9.2. Utilaje cu acțiune continuă

O dată cu dezvoltarea industriei covoarelor, a apărut necesitatea unei nuanțări standard, motiv pentru care, pentru seriile mari de cîte 3000—10000 m, s-a impus trecerea la vopsirea continuă.

În principiu, o instalație continuă pentru vopsit covoare este formată dintr-un sistem de impregnare, un sistem de fixare a colorantului la temperaturi ridicate, un agregat pentru spălare și un uscător. Instalațiile se deosebesc între ele, prin construcția sistemului de impregnare și fixare. Pentru spălare și uscare se folosesc cilindri perforați tip Fleissner.

Instalația BDA (fig. 384) se bazează pe principiul îmbinării la rece, în soluția din cada unui fulard, după care urmează fixarea prin aburire și apoi spălarea pe o mașină fără stoarcere, pentru îndepărtarea colorantului aderent mecanic.

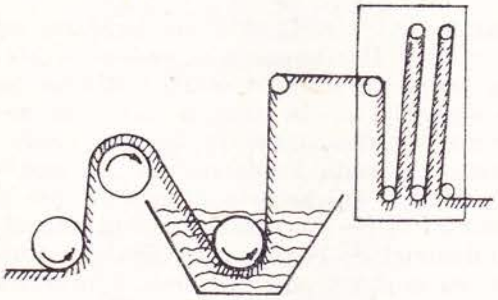


Fig. 384. Instalație continuă pentru vopsirea covoarelor BDA.

Prin cada fulardului, covorul este condus peste o rolă cu spicul în exterior și apoi în direcție perpendiculară, de jos în sus, peste a doua rolă, care-i schimbă direcția și panta, spre camera de aburire. În timpul deplasării pe direcția verticală, surplusul de colorant curge înapoi în cadă, rămînînd pe covor circa 450—600% din soluția de vopsit.

Instalația Pickerring (fig. 385) se bazează pe același principiu, la care însă traseul covorului este mai lung prin soluția de colorant.

Mașina Gerber se bazează pe principiul DDP al conducerii covorului fără contactarea soluției dinl cada fulardului, deci cu posibilități reduse de antrenare a colorantuui. Acesta este limitat prin sistemul de alimentare spre covor. În evoluția constructivă de modernizare se întîlnesc două variante :

— *unipad*— (cu o singură cadă, care se poate deplasa pe verticală), (fig. 386) pentru reglarea cantității de soluție de colorant antrenată de cilindrul cu diametru mare imersat în cadă. Peste cilindrul din cadă se deplasează cu partea flaușată covorul, antrenat de o rolă cu diametrul mic,

situată la partea superioară a cilindrului, care datorită diametrului său redus, deschide spicul covorului, contribuind astfel la o vopsire uniformă. Rola este antrenată de la sistemul de acţionare a maşinii. Cada este fixată pe axul cilindrului inferior, avînd posibilitatea să se rotească. Printr-un dispozitiv special, se poate schimba poziţia căzii şi a nivelului soluţiei şi

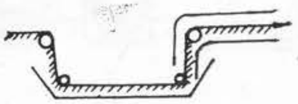


Fig. 385. Instalaţia Pickering.

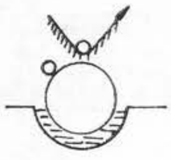


Fig. 386. Instalaţia Unipad.

deci reglarea cantităţii de soluţie pe covor, iar prin modificarea vitezei de deplasare a covorului, se poate regla cantitatea de soluţie pe covor, datorită modificării deschiderii spicului covorului. O rolă suplimentară îndepărtează excesul de soluţie antrenată de cilindrul mare;

— *unicolor*, caracterizat printr-o construcţie specială a căzii principale, care constă din două căzi de capacitate mică, ce limitează nivelul soluţiei din cada principală sub forma unor prea-plinuri. În cada principală este imersat un cilindru de diametru mare, rifelat pe suprafaţa laterală, în vederea limitării cantităţii de soluţie antrenată (fig. 387).

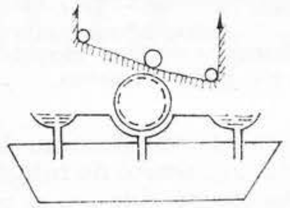


Fig. 387. Instalaţia Unicolor.

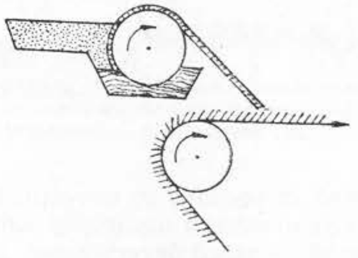


Fig. 388. Maşina Küsters.

Maşina Küsters (fig. 388) reprezintă o construcţie specială, orientată spre o protejare avansată a spicului covorului — fără ca acesta să vină în contact cu cilindrul imersat în cadă. Cilindrul care este imersat în soluţie, la partea superioară este acoperit cu un colector ce debitează soluţia printr-un sistem de raclu-confecţionat din polistiren armat cu fibre de sticlă peste partea flauşată a covorului, care se deplasează în poziţie orizontală. Cilindrul din cada fulardului transferă soluţia prin raclu pe spicul covorului. Cantitatea de soluţie se reglează prin modificarea turaţiei cilindrului şi prin fanta raclului. La vopsirea uniformă, ca şi la alte instalaţii, participă şi diametrul mic al rolei care antrenează covorul şi deci îi deschide spicul. În timpul procesului de vopsire, covorul nu suferă nici stoarceri nici deformări.

Instalația Fleissner (fig. 389, *a*, *b* și *c*) se bazează pe o metodă originală de protejare a spicului covorului, de deschidere a acestuia și în tratamentele ulterioare. Pe instalație în locul preînmuierii, se execută o preaburire pentru deschiderea spicului covorului, înainte ca soluția de vopsire să vină în contact cu covorul.

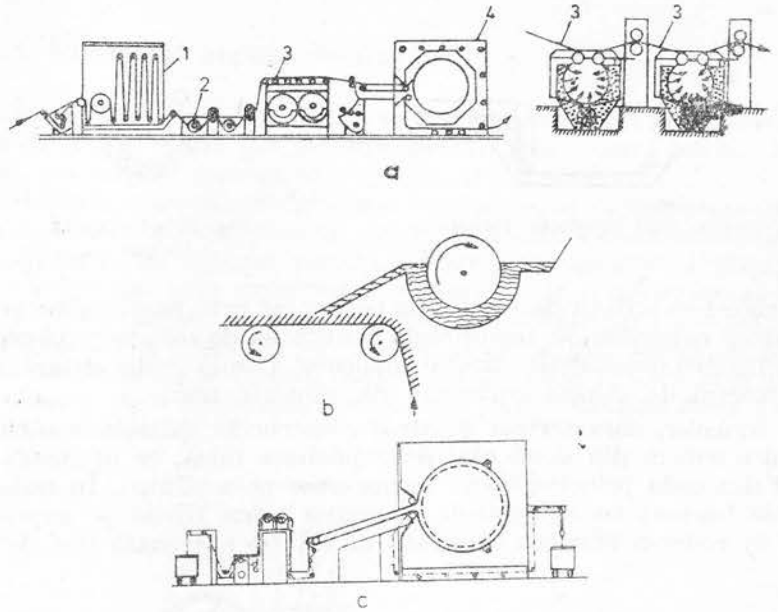


Fig. 389. Instalația Fleissner:
a — schema generală: *1* — cameră de aburire; *2* — fulard de impregnare; *3* — compartiment de stoarcere cu cilindri perforați; *4* — uscător cu cilindri perforați; *b* — deversorul fulardului; *c* — partea de uscare.

Fulardul este prevăzut cu un deversor. Cilindrul de diametru mare din cada fulardului are sensul de rotație corespunzător alimentării deversorului. Și distanța dintre cilindru și cada fulardului se micșorează tot în sensul de rotație al cilindrului, fapt ce asigură în permanență, prin forțele de capilaritate cantitatea de soluție, necesară deversorului. În compartimentul de spălare, se folosește sistemul cu cilindri perforați Fleissner. Celor două firme Küsters și Fleissner, le aparține ideia comună de transferare a colorantului pe covor, fără ca acesta să sufere vreo stoarcere sau deformare între cilindri.

Într-o altă variantă a firmei Küsters se folosește un fulard și un sistem de picurare selectivă a colorantului pe covor, cunoscut sub denumirea TAK (fig. 390).

Toate aceste instalații sînt construite pentru o lățime de lucru de 5 m și o cantitate de covor de 60 m, aflată în camera de aburire. Frecvent se lucrează cu viteza de 6—10 m/min.

Instalația Artos Fluid-o-Therm. Spre deosebire de toate celelalte procedee de vopsire, care se bazează pe sistemul de aplicare a colorantului la rece, urmată de fixarea prin aburire-spălare și uscare, firma ARTOS

aplică un sistem de absorbţie a colorantului la cald, ca şi în procesele uzuale de vopsire continuă, prin procedeul Fluid — 0 — Therm, prin care covorul rămîne în repaus circa 6 min. în soluţia caldă de colorant, timp

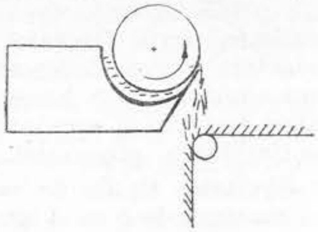
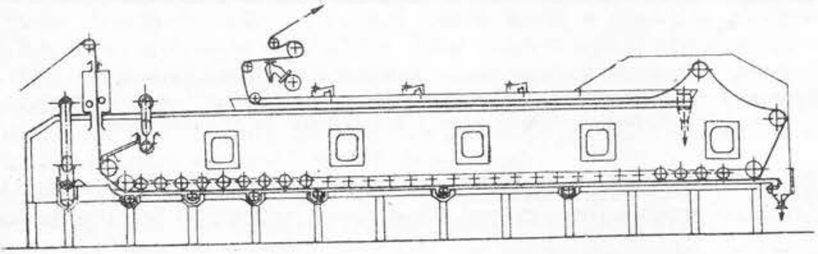


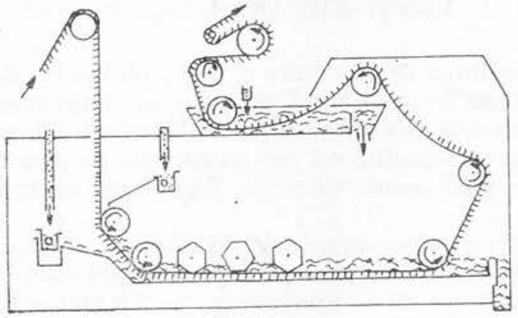
Fig. 390. Instalaţia TAK.

suficient pentru ca acesta să absoarbă cantitatea necesară de colorant. Şi soluţia de colorant şi covorul traversează zona de prelucrare la temperatura de fierbere şi conţinut constant de soluţie şi în aceeaşi direcţie, în echicurent, pînă la terminarea căzii.

Instalaţia (fig. 391, *a*) este formată din : cada de vopsit, amplasată în mediu de abur ; cada de spălare situată deasupra căzii de vopsit ; sistemul de stoarcere ; sistemul de uscare.



a



b

Fig. 391. Instalaţia Fluid — 0— Therm Artos : *a* — schema generală ; *b* — schema de principiu.

Iniţial, covorul, prin sistemul de alimentare de la partea superioară spre partea inferioară (fig. 391, *b*), este trecut prin mediu de abur pentru deschiderea spicului şi creşterea conţinutului de umiditate, respectiv de căldură şi apoi intră în soluţia din cadă. Covorul trece cu partea flanşată

în exterior (în jos) peste un ansamblu de alimentatori haspel. Durata de vopsire este de 3 min (prin cadă trec 18 m la o viteză de 6 m/min). Vopsirea se realizează la temperatura de fierbere şi hidromodul de $\frac{1}{15} - \frac{1}{30}$, funcţie de grosimea părţii flauşate şi de lăţimea covorului. Instalaţia lucrează pe principiul recuperării soluţiei, adică a reciclării. Soluţia necesară se prepară continuu prin amestecarea soluţiei concentrate cu apa. Agregatul pentru vopsirea şi apretarea covoarelor (fig. 392) se caracterizează prin continuitatea procesului.

Vopsirea diferitelor tipuri de covoare tufted pe maşini construite pentru lăţimea maximă de 5 m şi lungimea 135–140 m — dotate cu dispozitive de automatizare pentru menţinerea temperaturilor, concentraţiei şi a nivelului soluţiei — se poate realiza cu benzi de programare. Transmiterea informaţiilor şi comenzilor se realizează prin aplicarea codului binar, fiecare maşină din agregat fiind prevăzută cu 32 puncte de control.

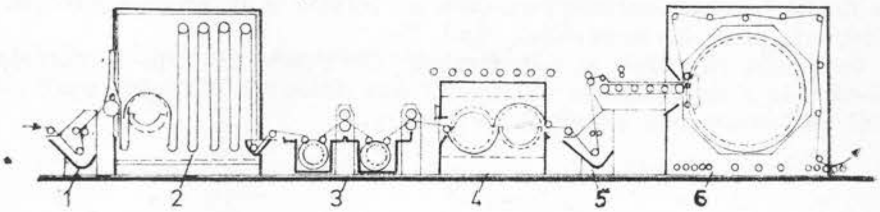


Fig. 392. Linie continuă pentru vopsirea şi apretarea covoarelor:
1 — fulard; *2* — aburitor; *3* — grup de spălare; *4* — uscător cu cilindri perforaţi; *5* — fulard pentru aplicat apret; *6* — cameră de policondensare.

16.10. INSTALAŢII PENTRU FINISARE DIN SOLUŢII DE SOLVENŢI ORGANICI

Tendinţa de înlocuire a apei, ca mediu de finisare, cu solvenţi organici, a fost impulsionată atît de consumul mare de apă cît şi de purificarea ei înainte de deversare, în vederea evitării poluării; în plus nu întotdeauna apa este mediul cel mai avantajos pentru finisarea materialelor textile, dacă se ţine seama de noile tehnologii pentru materiale textile din fibre sintetice.

Introducerea proceselor de finisare în solvenţi se bazează pe experienţa acumulată în procesele de curăţire chimică. De exemplu, în procesul de spălare a lînii se folosesc de multă vreme instalaţii de degrasare a lînii brute cu solvenţi, introducîndu-se treptat utilaje pentru tratamente continui de curăţire preliminară a ţesăturilor, de exemplu, agregatul Böwe, care poate fi folosit şi la alte operaţii ca hidrofobizarea şi oleofobizarea ţesăturilor.

Prin aplicarea finisării cu solvenţi organici, se realizează dezideratul principal al reciclării mediilor de finisare cum sînt, solventul, apa şi ener-

gia, într-o măsură, în care astăzi nu este posibil în nici un alt procedeu de finisare textilă. Acest aspect se reflectă în micșorarea prețurilor, a consumului de energie și apă, cît și la evitarea poluării apelor industriale.

Pentru procesul de vopsire, solvenții pot fi folosiți în diferite moduri : adăugați în mediu apos ; solvenți ca mediu de epuizare ; solvenți cu mediu de fulardare ; solvenți cu mediu de fixare.

Solvenții indicați pentru procesele de finisare trebuie să îndeplinească o serie de condiții : să aibă toxicitate mică ; să nu fie inflamabili ; să polueze puțin aerul și apa ; să nu aibă acțiune corosivă asupra utilajului ; să fie ieftini și ușor de procurat ; să aibă stabilitate la distilări repetate, impusă de necesitatea de recuperare, fără de care procedeele cu solvenți sînt cu totul neeconomice ; să fie inerți față de fibrele textile ; să fie absorbiți de fibre.

Principalii solvenți, care îndeplinesc o parte din aceste condiții și care se aplică în noile procedee de curățire preliminară, vopsire, imprimare și apretare, sînt : tricloretilena, percloretilena, *n*-butanolul, alcoolul benzilic.

Percloretilena este neinflamabilă, relativ ieftină, puțin toxică, cu punctul de fierbere 121°C, putînd fi folosită pînă la această temperatură în procedeele de epuizare. Avînd căldura specifică mică 838 j/kg °C pentru încălzirea aceleași cantități de soluție este necesară o cantitate de căldură de cinci ori mai mică decît în cazul soluției apoase. Căldura latentă de vaporizare fiind de zece ori mai mică decît a apei (la 20°C este de 234 J/kg, în comparație cu 2 455,4 J/kg pentru apă), procesul de uscare se va desfășura mult mai rapid și mai economic la finisarea din solvenți. Pe de altă parte, căldura latentă de vaporizare mică, arată că recuperarea percloretilenei, nu impune un consum mare de energie și deci și stabilitatea ei la distilări repetate este foarte bună.

Ca urmare a valorilor mici ale constantelor fizico-chimice, și dimensiunile de gabarit ale instalațiilor de finisare și recuperare, vor fi mici. Percloretilena este un solvent hidrofob, cu moleculă inertă, nereactivă ce nu ionizează și deci acoperă fibrele hidrofile, fără a intra în acestea și deci fără a le umfla.

Principalele proprietăți ale solvenților sînt prezentate în tabelul de mai jos :

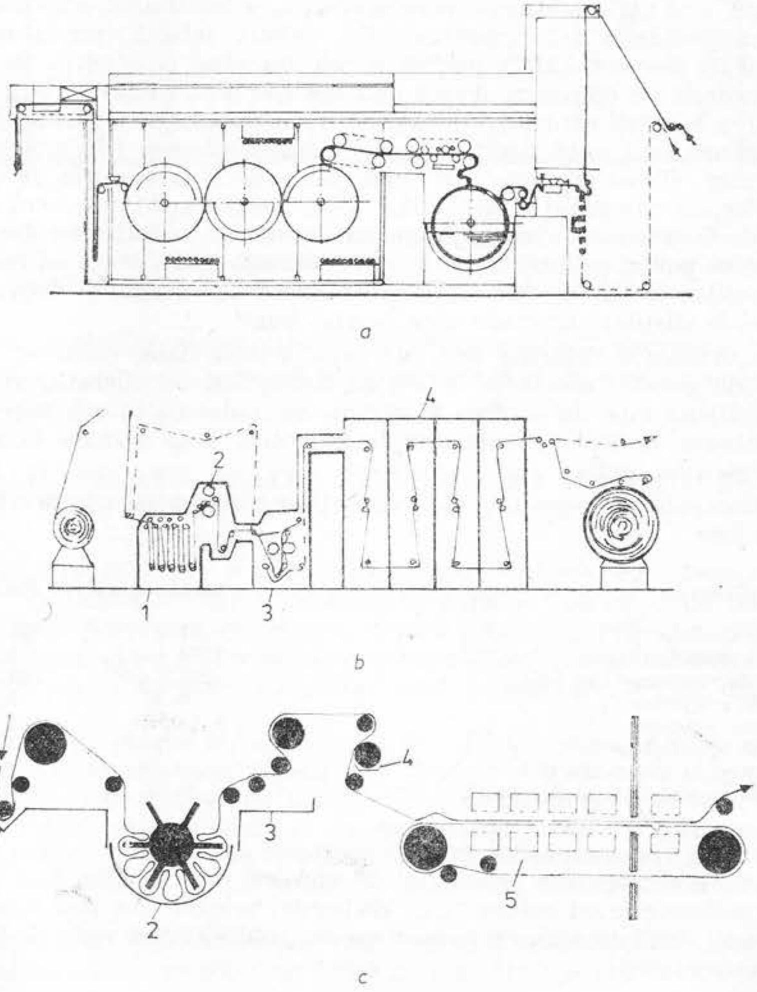
Proprietățile	Tricloretilenă	Percloretilenă
Punct de fierbere, în °C	74	121
Căldură specifică, în j/kg °C	1173	879
Căldura de vaporizare, în j/kg	$263,5 \cdot 10^3$	$209,9 \cdot 10^3$
Viteză de evaporare	0,37	0,15
Densitatea vaporilor	4,55	5,76
Greutatea specifică la 25°C	1,319	1,619
Viscozitatea, în cP, la 250°C	0,79	0,84
Tensiunea superficială, în dyne/cm², la 20°C	35,56	32,32

La alegerea solvenților pentru procesele tinctoriale, se ține seama de modul de desfășurare a procesului de vopsire, de exemplu, la vopsirea fibrelor poliesterice cu coloranți de dispersie, aceștia sînt mai usor solubili în solvenți decît în apă, cu precizarea că, solubilitatea variază de la colorant la colorant.

Pentru procedeele continui cu fulardare, se recomandă tricloretilena. Ea are în general aceleași avantaje ca și percloretilena, de care se deosebește prin temperatura de fierbere mai mică.

În general pentru procesele discontinue prin epuizare se preferă temperaturi mai mari de fierbere, pentru a se putea beneficia de avantajele pe care le oferă temperaturile mai mari de fierbere. Pentru alte procedee de finisare însă, se preferă solvenți cu punct de fierbere mai mic, deoarece acestea sînt mai ușor de îndepărtat prin evaporare, aburire, sau numai prin trecerea materialului prin apă fierbinte. Acest avantaj este valabil și pentru procedeele continui de finisare.

Introducerea solvenților organici în finisarea textilă prezintă importanță și în operațiile de tratare preliminară (fig. 393, *a*) (spălare, descleiere, degresare), în unele operații speciale de finisare, (hidrofobizare, oleofobizare) și de asemenea, pentru vopsire. Prin alegerea unor solvenți co-



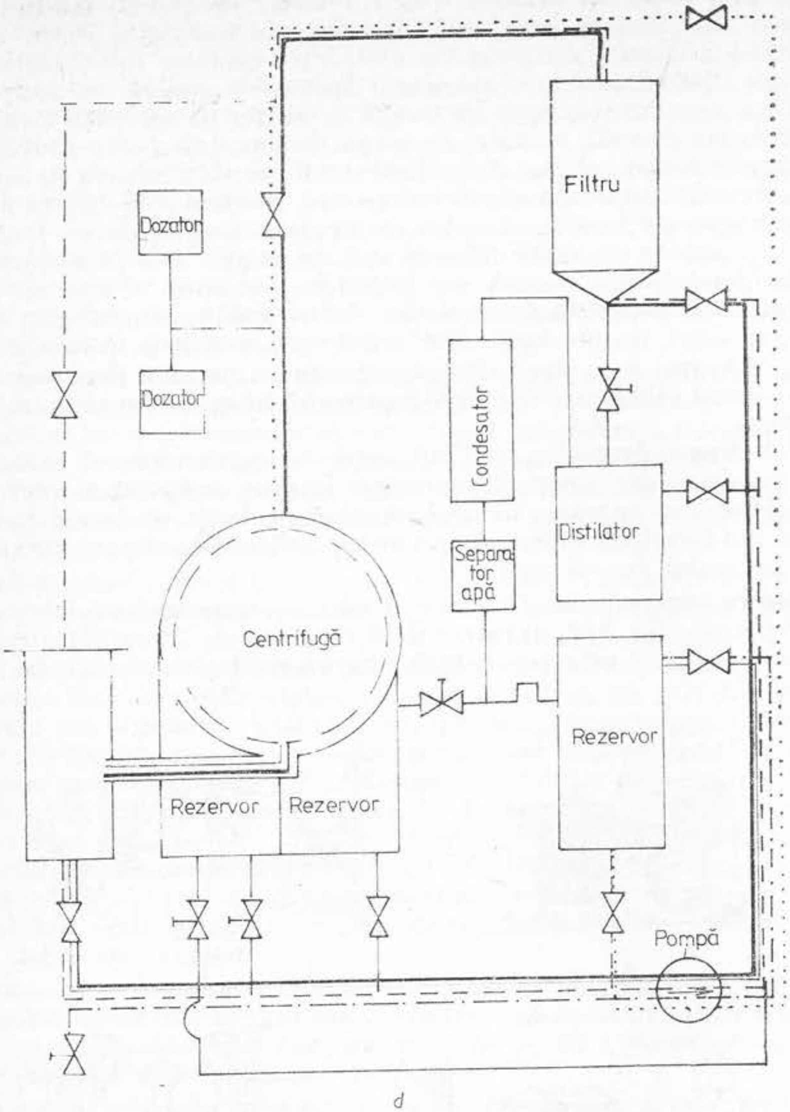


Fig. 393. Instalații pentru tratare preliminară:
a — instalația Pulsar pentru spălarea continuă, pe ambele părți, prin aspirarea solventului pe un cilindru și presarea — stoarcerea — pe următorul; *b* — instalația Böwe C.1600: *1* — cadă cu role; *2* — cilindri de stoarcere; *3* — fulard; *4* — cameră de fixare; *c* — instalația Solvanit: *1* — curățire preliminară; *2* — relaxare; *3* — spălare *4* — apretare; *5* — uscare; *d* — schema circulației și recuperării solventului.

respunzători pentru toate operațiile, se poate trece la integrarea tuturor fazelor de finisare intr-un flux tehnologic, avind la bază folosirea solvenților. Asamblarea diferitelor faze ale unui procedeu, constituie unul dintre cele mai importante avantaje pe care le oferă solvenții. În procesele con-

tinue, acest lucru va permite folosirea utilajelor în mai multe operații. În acest sens, a fost proiectată și construită instalația Böwe C. 1 600 (fig. 393,*b*), formată din următoarele părți : cadă cu role ; dispozitiv de stoarcere ; fulard pentru vopsire sau apretare ; cameră de uscare. Pe o asemenea instalație se lucrează numai în mediu de solvenți, fără ca materialul textil să vină în contact cu apa. Îndepărtarea solventului se realizează prin evaporarea lui de pe materialul textil în camera de uscare, de unde solventul trece la stația de recuperare. Pierderile de solvent nu depășesc valoarea de 2–3%, element ce servește la compararea prețului de cost cu procesele uzuale ce folosesc apă. Instalația este proiectată pe ansamble detașabile — fiecare cu închidere ermetică — fapt ce permite folosirea polifuncțională a instalației. În uscător, se trimite prin duze aer cald, termostat, iar presiunile sînt astfel reglate încît la intrare și ieși rese crează în aparat o ușoară subpresiune, care nu permite degajarea vaporilor de solvent (hidrocarburile halogenate sînt totuși într-o anumită măsură narcotice).

Folosirea solvenților, nu influențează negativ tușeul materialului textil în sensul unei degresări excesive. În plus, evaporarea unui solvent ca, tricloretilena cu punct de fierbere relativ coborît, se degajă în uscător violent sub formă de vapori, determinînd un efect de afinare care influențează favorabil tușeul țesăturii.

Pentru procesele de curățire — spălare — apretare se folosește instalația Solvanit (fig. 393, *c*) cu o viteză de lucru de 30 m/min.

În fig. 393, *d* este prezentată schema cirulației soluției la mașina SPE ZIMA.

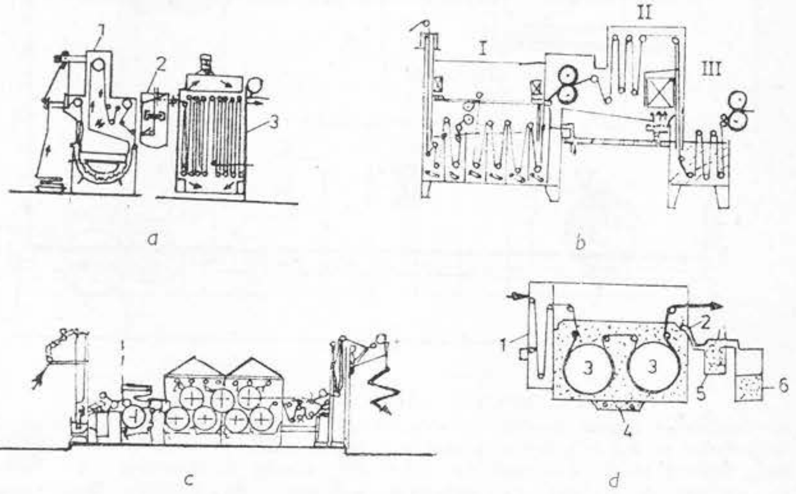


Fig. 394. Instalații pentru finisarea cu solvenți :
a — instalație continuă de finisare cu solvenți : *1*. — compartiment de curățire ; *2* — cadă de impregnare ; *3* — uscător ; *b* — instalația Markal : *I*. — partea de degresare ; *II* — partea de aburire ; *III* — partea de spălare umedă ; *c* — schema instalației de finisat din solvenți Textura. — Combi ; *d* — schema instalației Döwe pentru finisarea din solvenți : *1* — cameră de pulverizare ; *2* — serpentină de condensare ; *3* — tamburi încălziți cu abur ; *4* — cadă de fierbere ; *5* — separator de apă ; *6* — rezervor.

Pentru procesele de vopsire, folosirea solvenţilor în mediu apos se aplică de mult în scopul intensificării vopsirii (în procedeul de vopsire a lînii la temperaturi mai mari de 100°C, în prezenţa alcoolului benzilic) şi în scopul îmbunătăţirii uniformizării prin creşterea solubilităţii şi a capacităţii de migrare a coloranţilor (cu derivaţi piridinici la vopsirea fibrelor celulozice). Au fost elaborate procedee de vopsire din solvenţi a fibrelor celulozice cu coloranţi de cadă, reactivi direcţi, pentru vopsirea acetatului de celuloză (fig. 394, *a*, *b*, *c* şi *d*), folosindu-se ca solvenţi cetone, alcooli şi eteri, fenolglicoli. În asemenea procedee, în amestecul bicomponent sînt utilizate proporţii inferioare limitei de solubilitate în apă.

Folosirea solvenţilor în mediu apos are ca efect principal împiedicarea asocierii colorantului, adică desfacerea asociatelor mai ales în soluţii concentrate în care tendinţa de asociere este mare.

La vopsirea lînii, solvenţii micşorează temperatura sub cea de fierbere fapt ce se explică prin formarea unui strat de solvent pe suprafaţa fibrei, avînd loc modificarea structurii supramoleculare a fibrei (analogie cu acţiunea acceleratorilor la vopsirea fibrelor poliesterice).

Din punct de vedere practic, folosirea solvenţilor din mediu apos este mai puţin economică din cauza concentraţiei necesare, relativ mari, de exemplu 60 g/l alcool benzilic, produs destul de scump.

Introducerea solvenţilor organici în practica tinctorială în procedee continui, va permite vopsirea continuă a fibrelor poliamidice, care este puţin extinsă din cauza insuficienţei solubilităţii coloranţilor acizi în apă şi de asemenea vopsirea fibrelor poliamidice cu coloranţi reactivi. Pentru materialele din fibre poliamidice, vopsirea continuă din solvenţi organci va asigura uniformizarea, pătrunderea, rezistenţe bune şi posibiltatea obţinerii culorilor închise. Se preconizează în acest sens procedee cu termosolare care pot fi realizate prin fulardare (în soluţie de coloranţi în solvenţi organici), uscare şi termosolare. Şi de asemenea vopsirea amestecurilor din fibre poliesterice şi bumbac. Pentru procedeele continui s-au experimentat instalaţii din grupa Contisol a firmei Böwe, care în ansamblu pe lîngă părţile de tratare au compensatoare tip cadă, necesare relaxării materialului textil. Şi pentru vopsire se pot folosi aceleaşi instalaţii ca şi pentru degresare, curăţire.

Solvenţii se folosesc şi ca medii de fixare a coloranţilor după fulardarea materialului în soluţii apoase, prin trecerea acestuia printr-o baie de solvent cu punct ridicat de fierbere, timp de 8—10 s (deoarece temperatura solventului este mai mare decît 100°C).

Procedeul de fixare a coloranţilor în mediu de vapori de solvenţi este cunoscut sub denumirea de Vapocol şi constă în fulardarea materialului din triacetat de celuloză într-o soluţie apoasă de colorant de dispersie, urmată de uscare şi apoi expunerea într-o cameră specială, acţiunii vaporilor de tricloretilenă care condensează pe material. Vopsirea se face din faza lichidă a solventului în care s-a dizolvat colorantul pe suprafaţa materialului.

La vopsirea lînii viteza de vopsire este limitată de permeabilitatea mică a suprafeţei cuticulei, care poate fi mărită prin acţiunea unor solvenţi (n-butanol sau alcool amilic). Prin urmare şi procesele de vopsire şi imprimare a lînii ar putea fi transpuse în procese continue. Durata pro-

cesului de vaporizare după imprimarea liniei poate fi redusă de la o oră la 18 — 15 min, prin folosirea alcoolului benzilic. Acest solvent poate substitui tratamentul cu clor ce se aplică pentru creșterea afinității.

În general, în procedeele cu solvenți, datorită timpului scurt de tratare, materialul textil este menajat față de solicitările mecanice de deformare, aspect important pentru tricoturi.

Permeabilitatea este mai mare în cazul solvenților decît în cazul apei. Datorită timpului scurt de uscare nu are loc migrarea colorantului. În fig. 395 este prezentată schema circulației solventului și a depoluării prin absorbire cu cărbune activ.

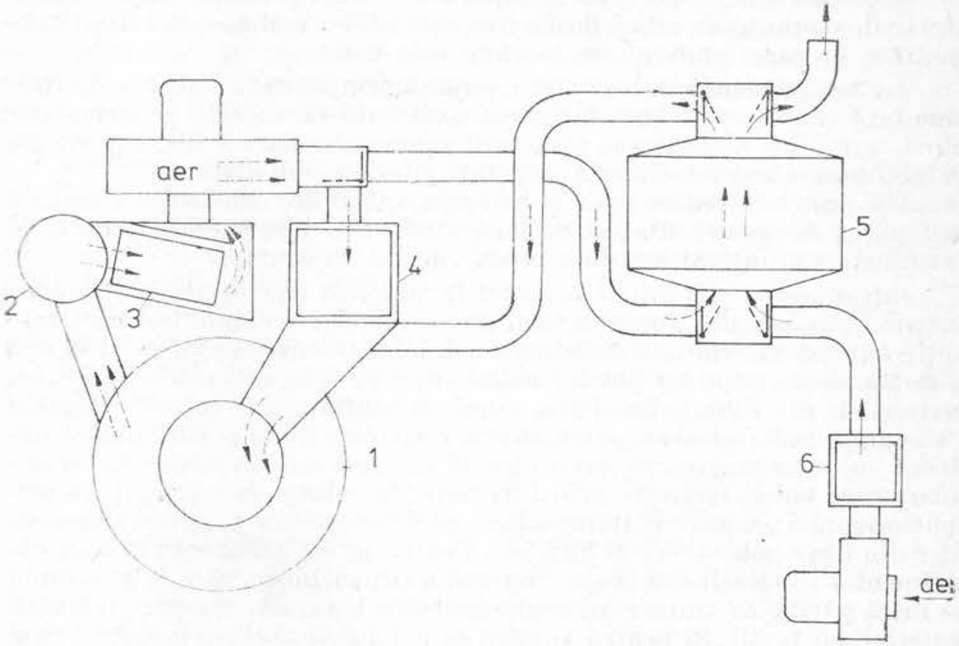


Fig. 395. Schema circulației solventului și a depoluării prin absorbire cu cărbune activ: *1* — tambur centrifugă; *2* — colector fluid; *3* — fluid rece; *4* — recirculare aer cald; *5* — absorber cu cărbune activ; *6* — încălzire aer.

Instalațiile trebuie să fie închise, pentru evitarea pierderii solventului prin evaporare și pentru menajarea mediului de lucru.

Prin procedeul „Fluid — O — Therm" se asigură vopsirea continuă a fibrelor poliesterice grele, la temperaturi de 120 ... 170°C, materialul plutind într-un solvent, pînă la 2 min, în stare detensionată, urmînd o fixare, spălare, (eventual în acelaș solvent) și uscarea. Procedeul se poate aplica și în finisarea tricoturilor.

16.11. UTILAJE PENTRU FINISAREA ÎN HIDROMODULE REDUSE

Apărute recent sub denumirea de mașini pentru vopsirea în flotă scurtă, respectiv hidromodul redus, s-au afirmat în timp scurt ca urmare

a avantajelor deosebite atît din punct de vedere al posibilităților de utilizare universală, cît și de ordin economic, calitativ și cantitativ.

În construcția acestor mașini a trebuit să se renunțe la vechile idei referitoare la faptul că utilajul polifuncțional (de mare universalitate, flexibil) nu este în general economic, nici în ceea ce privește durata de prelucrare și cantitatea de energie necesară, dar nici din punct de vedere al productivității.

Se cunoaște că începutul mecanizării vopsirii prin epuizare a fost marcat de cada cu hașpel deschisă, care și-a demonstrat posibilitățile dar a fost depășită de exigențele crescînde ale unei industrializări avansate în ceea ce privește, igiena, economia și fiabilitatea.

Prima etapă a evoluției a condus la construirea unor căzi închise permițind astfel obținerea unei îmbunătățiri considerabile în privința unei temperaturi mai omogene în interiorul utilajului și a unor economii de energie.

Apariția fibrelor sintetice, dar mai ales a fibrelor poliesterice a impus utilizarea acceleratorilor pentru realizarea unor vopsiri uniforme fapt ce a determinat nu numai creșterea cheltuielilor de vopsire, dar și apariția unor dificultăți concretizate în formarea petelor prin condensarea acceleratorilor pe pereții și capacul mașinii.

Ca urmare, cada închisă a fost modificată prin introducerea unor sisteme de încălzire indirectă în partea superioară a mașinii, pentru ridicarea temperaturii aerului ambiant, deci în afara soluției de vopsire.

Au apărut însă și două tehnologii diferite: prima cu vopsiri continue prin termosolare (fulard, uscător, unitate de termosolare, instalație de spălare ulterioară); a doua cu vopsiri prin epuizare pe un tip de cadă îmbunătățit care lucrează la temperatură înaltă, sub presiune.

Cada cu hașpel la temperatură înaltă, ca și utilizarea procedeelor de termosolare, au favorizat folosirea coloranților cu difuziune mai lentă în condiții de vopsire la temperatură ambiantă, adică a coloranților ce prezintă proprietăți superioare de rezistență.

În momentul în care s-a observat că fibra poliesterică permite utilizarea unor viteze de circulație a materialului în funie mult mai ridicate, față de cele adecvate căzii cu vîrtelniță, importanța mașinilor la temperatură înaltă a scăzut foarte mult. Datorită proprietăților mecanice excepționale ale fibrelor poliesterice, a fost posibilă construirea ulterioară a mașinii de vopsit cu jet la temperatură înaltă. Antrenarea materialului textil de acțiunea jetului a fost posibilă la viteze foarte mari fapt ce a determinat creșterea interacțiunii soluției și a materialului textil de două ori, ca urmare a deplasării și a materialului textil cu viteză mare și a soluției. Succesul mondial al mașinii cu jet a fost strîns legat de dezvoltarea poliesterului texturat, fără ca mașina să aibă succesul așteptat și pentru celelalte fibre.

Faptul că prima mașină cu jet a fost de tipul căzii parțial umplută cu soluție, au apărut o serie de inconveniente deloc neglijabile și anume: formarea spumei, împiedicînd funcționarea pompei și deci întreruperea circuitului materialului textil, aspect favorabil formării petelor. Utilizarea produselor antispumante nu a constituit un remediu general valabil, deoarece — nefiind întotdeauna stabile în condiții de vopsire la tempe-

ratură înaltă — formau şi ele pete, ce erau dificil de eliminat. Ca urmare la toate performanţele acestor instalaţi concretizate prin reducerea volumului total al soluţiei — favorizînd numărul de contacte dintre soluţie şi material — dezvoltarea tipurilor de utilaje care se puteau umple complet cu soluţie de vopsire nu a întîrziat să-şi facă apariţia. Dar, la aceste maşini, a fost necesară diminuarea numărului de contacte cu organele active de lucru, ceea ce s-a realizat prin alegerea unor pompe mult mai puternice. De altfel, umplerea totală a maşinii cu soluţia de vopsire evita transportul materialului „uscat" menajîndu-l în cursul tratamentului. Aşa a fost posibil să crească uşor flexibilitatea de utilizare a acestui tip de utilaj, dar fără să se ajungă la performanţele unei maşini universal valabile.

În general, creşterea considerabilă a rentabilităţii vopsirii a determinat o reducere a sferei de utilizare, fiind realizate mai ales maşini pentru vopsirea fibrelor poliesterice.

Lansarea ulterioară a maşinilor „Soft-Stream" (cu prea plin' Overflow) a demonstrat că este posibil să se obţină un avantaj economic, comparativ cu maşina cu vîrtelniţă, fără a se renunţa complet la polivalenţa maşinii. Detaliul cel mai important al acestor maşini a fost reducerea presiunii duzei, obţinîndu-se ameliorarea aspectului final al articolelor, ca urmare a eliminării tensionărilor prea puternice.

Creşterea uşoară a preţului de cost a putut fi compensată printr-un aspect şi un tuşeu mai bun al articolului, contribuind astfel la menţinerea unei rentabilităţi corespunzătoare. Desigur că maşina Overflow nu poate fi întotdeauna utilizată ca element unic, ce asigură circulaţia materialului, şi în acest sens s-au introdus din nou vîrtelniţe, mai mari sau mai mici, pentru a realiza o mişcare uniformă. Acesta este criteriul determinant pentru trecerea la construcţia maşinilor pentru vopsirea în mediu de spumă.

Rezolvarea controversei problemei a constituit-o compromisul între tendinţa asigurării unei viteze mari de deplasare a materialului textil şi menţinerea aspectului şi tuşeului acestuia, prin respectarea exigenţelor impuse de contactele dintre soluţie şi material. Parametrii variabili (fără a fi necesar să se mărească debitul, l/min sau viteze de circulaţie a materialului, m/min) sînt : lungimea materialului (în funie) şi hidromodulul. Reducerea lungimii materialului, deci a încărcării maşinii, nu trebuie luată în considerare, din motive economice rămînînd astfel ca parametru unic, ce nu poate fi schimbat volumul soluţiei. Aşa se explică apariţia şi dezvoltarea maşinilor specializate pentru vopsirea la hidromodul redus (flotă scurtă) a căror avantaje sînt evidente. O dată cu reducerea volumului de soluţie, se poate mări din nou interacţiunea dintre materialul textil şi soluţie şi totodată se poate reduce atît consumul specific de apă, l/kg material vopsit, cît şi consumul de energie termică pentru încălzirea apei. Se reduc cantităţile absolute de produse chimice auxiliare, ce intervin în reţeta de vopsire, exprimate în g/l de soluţie, aşa cum sînt electroliţii — în cazul coloranţilor reactivi.

Reintroducerea duzei cu înaltă presiune — tip Venturi — în cadrul dispozitivului de lucru precum şi dezvoltarea utilajelor care lucrează la temperatura ambiantă sînt tendinţe permanente în ultimii ani. Aceste

tendințe au fost influențate de reutilizarea în mai mare măsură a fibrelor de bumbac.

Diminuarea flexibilității instalațiilor de vopsire cu jet, din cauza restricției de utilizare pentru vopsire numai a produselor chimice auxiliare care nu produc spumă, cumulată cu consecințele negative ale acțiunilor mecanice asupra materialului, din cauza duzei de antrenare la presiuni înalte, au impulsionat evoluția spre mașinile cu flota scurtă. Necesitatea echilibrării efectului acțiunilor mecanice asupra țesăturii, precum și evitarea pericolelor de formare a fenomenului de cavitație în ștuțul de aspirație al pompei și deci oprirea materialului textil și de asemenea recîștigarea flexibilității pierdută din perioada modernizării mașinii cu vîrtelniță au pledat pentru construcția mașinii Owerflow cu preaplin, cu remarcabilele ei avantaje creiate de : duza de antrenare prin pulverizare, la joasă presiune în locul duzei cu jet de înaltă presiune, și de introducerea rolei de ghidare pentru transportul materialului.

În același timp, firma Sandoz a propus o schimbare radicală în tehnologia de vopsire în flotă scurtă, prin introducerea unui produs spumant, utilizîndu-l ca element de omogenizare și de protecție a materialului, chiar prin înlocuirea unei părți din microspumă, ca agent de vopsire.

Dacă procedeul vopsirii în flotă scurtă prezintă avantaje nete, concretizate prin micșorarea costurilor în producție și a consumului de energie, însoțită de condiții optime de lucru pentru protecția mediului înconjurător, la care se adaugă reproductibilitatea rețetelor standard și îmbunătățirea calității, care garantează posibilitatea vopsirilor și creșterea randamentului coloristic, nu trebuie neglijate însă nici dificultățile vopsirii în flotă scurtă. Se cunoaște că vopsirea în flotă scurtă contribuie la creșterea concentrațiilor coloranților în soluție, fapt ce influențează solubilitatea și stabilitatea soluției sau a dispersiilor coloranților. Chiar dacă se asigură acești factori, nu trebuie uitat faptul că cinetica vopsirii se schimbă în cazul trecerii de la mașinile cu jet sau cu preaplin cu flotă lungă la mașini cu flotă scurtă, ceea ce influențează comportarea procedeelor de vopsire. Ori, se înțelege că o reducere a hidromodului înseamnă, pe de o parte, o accelerare a cineticii de vopsire, adică a vitezei de epuizare a coloranților în diferitele sisteme de vopsire iar, pe de altă parte, o anumită reducere a posibilităților de migrare.

Pentru asigurarea unei flexibilități cît mai mari în utilizarea mașinii trebuie determinată — pentru fiecare articol — viteza optimă de rotație a materialului și de circulație a soluției. Pentru articolele fine aceasta impune alegerea unor viteze scăzute, fapt de care trebuie să se țină seama în cazul determinării proceselor de vopsire. La accelerarea cineticii de creștere a acțiunii coloranților trebuie adăugată limitarea numărului de contacte dintre soluție și material necesare pentru obținerea unui aspect final corespunzător al articolului ce urmează a fi vopsit.

Procedeul de vopsire în flotă scurtă condiționează un maximum de exigențe asupra materialului de vopsit, a utilajului, parametrilor de lucru, selecționării coloranților și produselor chimice. Ca rezultat al interacțiunii crescute dintre soluție și material, toate tratamentele chimice și mecanice (spălare inițială și finală) sînt adecvate mașinilor de vopsit în flotă scurtă. Trebuie ținut seama de faptul că soluția de spălare, fie prealabilă fie ulterioară, este rapid saturată, iar prelungirea tratării nu aduce îmbu-

nătățiri în acest sens, deci evoluția procedeului de spălare trebuie urmărită îndeaproape în condiții diferite.

Criteriul de alegere al tehnicii de vopsire în flotă scurtă pe baza avantajelor și dezavantajelor este determinat de două variante de elemente: dispozitivele și formatele care influențează alegerea procedeului. Pentru o mașină fără comanda rolei de ghidare, cu duză de antrenare la presiune înaltă, trebuie să se aplice tehnica de vopsire în flotă scurtă, Sancowad, fără spumă, în timp ce pentru o mașină echipată cu rola de ghidare cu comandă și duză de pulverizare la presiuni joase, utilizarea tehnicii Sancowad cu spumă este posibilă permițînd prelucrarea unor materiale foarte diferite ca și creșterea polivalenței utilajului. Se recomandă să se amplaseze în interiorul unei mașini moderne de vopsit în flotă scurtă — unele elemente : dispozitivul care ar putea ajuta la modificarea plierii țesăturii ; schimbarea aspectului materialului la ieșirea din soluția de vopsire ; stoarcerea parțială a materialului asigurînd o mai bună interacțiune dintre soluție și material ; utilizarea unei traiectorii mai mari de circulație a materialului, în cursul căreia este favorizată interacțiunea soluție liberă, soluție absorbită de material. Toate acestea contribuie la o reducere a duratei tratării, la o creștere a eficacității pretratării vopsirii propriu-zise și tratării ulterioare.

Tipurile recente de mașini, care lucrează de exemplu după procedeul Sancowad cu spumă, oferă oricărei întreprinderi specializate avantajul unei producții îmbunătățite, ca efect direct al flexibilității de utilizare. Nu trebuie neglijat faptul că tehnica Sancowad, cu spumă, poate fi aplicată cu succes pe mașina clasică, deci menținerea utilajului care și-a dovedit utilitatea în asigurarea unei mari flexibilități posibile, reprezentînd o alternativă valabilă, atunci cînd nu se pot face investiții noi și deci trecerea cu ușurință la alte procedee de la un lot la altul.

17. UTILAJE PENTRU IMPRIMARE

Imprimarea este considerată ca un proces de localizare a vopsirii materialelor textile și constă în aplicarea la temperatura obișnuită a unei paste de imprimat — în locul soluției de vopsit — urmată de fixarea colorantului (în condiții de umiditate și temperatură) și apoi de spălarea țesăturii în vederea îndepărtării aglutinatului folosit în pasta de imprimat (exceptînd cazul cînd aglutinatul este format din componente volatile).

În imprimarea modernă, se folosesc trei tipuri de utilaje : cu șabloane plane și rotative ; cu cilindri gravați ; prin transfer. În primul caz pasta de imprimat se aplică pe țesătură manual, semimecanizat sau mecanizat, cu ajutorul unui ansamblu format dintr-un șablon plan și raclu, în al doilea, pasta se aplică mecanizat cu ajutorul unui cilindru prevăzut cu desen gravat în adîncime și, în al treilea, de pe o hîrtie în prealabil imprimată, prin sublimarea colorantului.

În afară de aceste tipuri principale de utilaje, se pot considera și mașinile cu forme plane (perotine), și mașinile cu cilindri gravați în relief, caracterizate printr-o productivitate mică și aplicații limitate. Prezintă importanță și metoda de imprimare prin stropire. După forma de prezentare a materialului textil sînt și mașini pentru imprimarea fibrelor, firelor și ciorapilor.

17.1. UTILAJE PENTRU IMPRIMAREA CU ȘABLOANE

Imprimarea manuală cu șabloane se folosește în special atunci cînd un anumit desen se imprimă în cantități mici, așa cum este cazul țesăturilor de modă și al țesăturilor decorative, pentru care folosirea mașinilor de imprimat ar fi nerentabilă.

Principiul acestei metode este următorul : pe țesătura întinsă pe masa de imprimat, pasta de imprimat este presată prin ochiurile libere ale sitei șablonului ce alcătuiesc desenul, cu ajutorul unui raclu. În acest scop sita șablonului, în prealabil, este acoperită cu o peliculă ce permite trecerea pastei numai prin locurile limitate de conturul desenului, pentru fiecare culoare, utilizîndu-se un șablon.

Raclurile (fig. 396) sînt formate din două platbande de oțel inoxidabil, între care se fixează o fîșie de cauciuc ce poate avea diferite forme la

partea inferioară. Ele sînt de diferite construcţii şi forme, începînd cu formele simple pînă la raclul dublu oscilant.

Utilajul pentru imprimarea cu şabloane este format din : şabloane (rame şi site), mese, dispozitive de acţionare şi dispozitive mecanizate

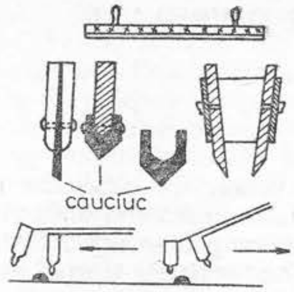


Fig. 396. Diferite tipuri de racluri.

(pentru fixarea ţesăturii pe masă, pentru scoaterea ţesăturii de pe masă, pentru spălarea maselor, pentru transportul cărucioarelor cu şabloane, pentru alimentarea şabloanelor cu pastă).

17.1.1. Dispozitive mecanizate pentru imprimarea manuală cu şabloane

Operaţiunile pentru : fixarea ţesăturii pe masă, desprinderea ei, transportul şabloanelor şi mişcarea raclului mai sînt şi în prezent executate manual, însă, ele pot fi mecanizate şi automatizate.

Fixarea ţesăturii pe masă se realizează cu un cărucior sau o instalaţie de vid. Căruciorul se deplasează pe şinele mesei de la un capăt la altul, purtînd sulul cu ţesătură, cada cu pastă de lipit şi cilindrul presor. În timpul deplasării lui, prin sistemul de cilindri transportori de pastă se aşază pe suprafaţa ţesăturii stratul de liant, după care imediat urmează lipirea ţesăturii pentru imprimat, prin presarea ei pe ţesătura cauciucată, cu ajutorul unui cilindru presor (fig. 397).

Fixarea ţesăturii cu ajutorul vidului (fig. 398) pe lîngă o bună aderenţă a ţesăturii de masă, contribuie şi la absorbţia pastei prin ţesătură.

Fig. 397. Dispozitiv pentru fixarea ţesăturii pe masa de imprimat: *1* — cărucior; *2* — sul cu ţesătură; *3* — cadă cu liant; *4, 5, 6*, — sistemul cilindrilor transportori de pastă; *7,8* — dispozitiv de introducere a ţesăturii; *9* — cilindru presor; *10* — masă de imprimat.

Scoaterea ţesăturii de pe masa de imprimat se efectuează de un cărucior cu suport în stea (fig. 399), care, prin mişcarea sa de rotaţie, înfăşoară ţesătura în timpul deplasării căruciorului în lungul mesei.

Pentru spălarea meselor de pasta de lipit şi de pasta de imprimat se utilizează un cărucior care poartă : un rezervor mic pentru apă, prevăzut cu două conducte perforate ; un cilindru cu perii ; un raclu de lemn şi un

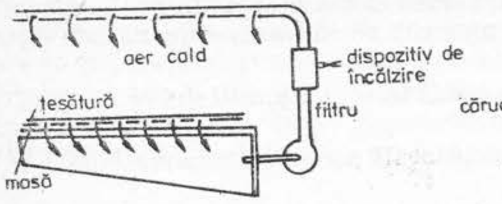


Fig. 398. Instalaţie pentru fixarea ţesăturii cu ajutorul vidului.

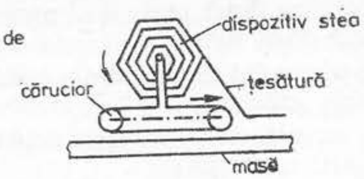


Fig. 399. Dispozitiv pentru scoaterea ţesăturii de pe masă.

raclu cauciucat (fig. 400). În prima cursă, căruciorul trecînd de-a lungul masei o stropeşte cu apă caldă, iar în cursa următoare intră în acţiune cilindrul cu perii şi raclurile.

Pentru transportul şabloanelor de-a lungul maselor se utilizează un cărucior mobil, care serveşte şi ca ramă pentru fixarea şablonului. Rama poartă mecanismele pentru ridicarea şi coborîrea şablonului, dispozitivele pentru fixarea automată a raportului şi raclul mecanizat. În momentul coborîrii şablonului pe ţesătură, raclul intră în acţiune executînd o mişcare de translaţie primită de la motor. Numărul necesar de curse ale ra-

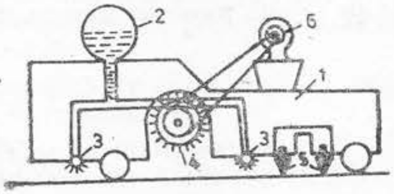


Fig. 400. Instalaţie pentru spălarea meselor de imprimat :
1 — cărucior ; *2* — rezervor cu apă ; *3* — conducte perforate ; *4* — cilindru cu perii ; *5* — raclu.

clului în direcţia transversală a ţesăturii variază între 1 şi 7, în funcţie de natura ţesăturii şi a desenului.

Pentru alimentarea şabloanelor cu pastă se folosesc recipienţii pentru alimentarea directă a raclurilor cu paste. Ei sînt situaţi la partea superioară a unui sistem dublu de racluri (fig. 401). Întregul ansamblu este pur-

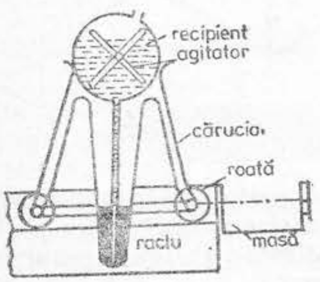


Fig. 401. Instalaţie pentru alimentarea şabloanelor cu pastă.

tat de un cărucior; în interiorul rezervorului, un agitator cu palete uniformizează în permanență pasta de imprimat. Rezervorul comunică printr-o fantă cu spațiul dintre cele două racluri. Utilajului pentru imprimarea manuală i s-au adus unele perfecționări, de exemplu: s-au construit cărucioare duble (un cărucior pentru două șabloane), iar în unele cazuri cărucioare pentru două mese de imprimat vecine cu o singură cale de rulare între cele două mese.

După modul de mișcare a șablonului plan, utilajul se clasifică în următoarele grupe:

— cu mișcare pe direcția orizontală peste țesătura staționară în cazul imprimării manuale;

— cu mișcare oscilantă prin excentrici față de țesătura deplasabilă pe direcție verticală, în cazul imprimării pe ambele părți cu două racluri cu funcționarea sincronă (fig. 402);

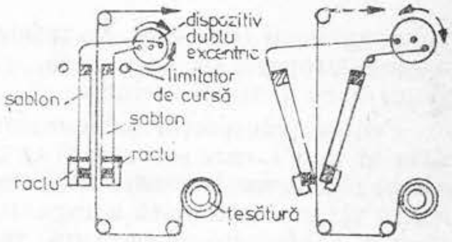


Fig. 402. Dispozitiv pentru imprimarea cu șabloane pe ambele părți.

— cu mișcare de rotație (fig. 403), șabloanele fiind montate pe un dispozitiv carusel care prin mișcarea sa de rotație pot imprima concomitent pe două mese de imprimat așezate paralel;

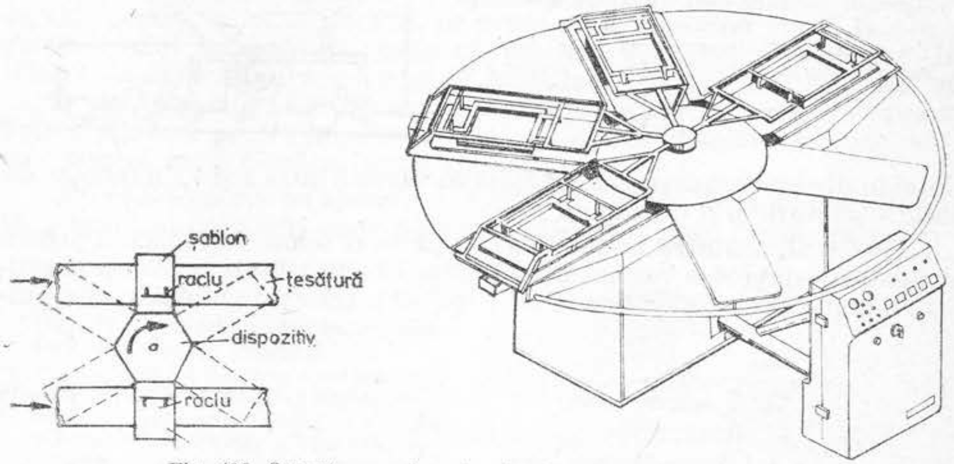


Fig. 403. Suport carusel pentru imprimarea pe două mese:
a — schemă funcțională; *b* — ansamblu constructiv.

— cu mișcare pe direcție verticală: fie peste țesătura deplasabilă pe mese plane fixe scurte, fie pe mese prismatice rotative: fie pe benzi transportoare orizontale (la mașinile automatizate). În toate cazurile, țesătura se deplasează cu mărimea unui raport.

17.1.2. Maşini automatizate de imprimat cu şabloane

Apariţia maşinilor automatizate n-a rezultat din aplicarea unor principii noi, ci din coordonarea aceloraşi idei de mecanizare şi automatizare din imprimeriile manuale, în dispozitive comune, simple ca execuţie şi sigure în exploatare, pentru asigurarea unei funcţionări continue.

Principiul lor de funcţionare se bazează pe un ciclu identic format din următoarele faze (fig. 404) : înaintarea benzii transportoare cu ţesătura pentru imprimat pe lungimea unui raport ; coborîrea şabloanelor ; imprimarea (deplasarea racluril or de-a lungul şabloanelor) ; ridicarea şabloanelor pentru reînceperea ciclului.

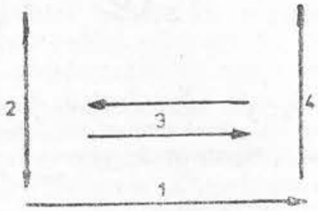


Fig. 404. Schema de principiu a imprimării cu şabloane plane.

Între diferitele tipuri de maşini moderne, în afară de părţile comune sînt şi unele diferenţieri, fie în modul de realizarea al anumitor operaţiuni ca : ridicarea şablonului (la unele maşini se realizează orizontal, la altele înclinat, iar la altele prin oscilare) ; deplasarea benzii într-o singură cursă sau în două curse (rapidă şi lentă) ; fie în alegerea materialului pentru confecţionarea racluril or : cauciuc de diferite forme, profile şi duritate ; sau aliaje de metal pentru racluri cilindrice.

Maşinile de imprimat cu şabloane prezintă, în comparaţie cu imprimarea manuală cu şabloane, următoarele avantaje :

— productivitatea ridicată determinată de mărimea raportului care variază în limite foarte largi, de numărul de curse duble ale raclului, de reducerea cursei racluril or şi reducerea duratei lor de ridicare şi coborîre ;

— reducerea suprafeţei necesare pentru amplasare, o dată cu creşterea productivităţii.

Ele sînt mai rentabile din punct de vedere economic, în comparaţie cu maşinile de imprimat cu cilindri, deoarece un şablon este de două ori mai ieftin decît un cilindru gravat de imprimat.

17.1.2.1. Construcţia maşinilor de imprimat cu şabloane plane

În construcţia maşinilor de imprimat cu şabloane — bazate pe cele patru faze ale ciclului de imprimate — intră următoarele părţi principale (fig. 405) :

Dispozitivul pentru alimentarea maşinii cu ţesătură este format dintr-un suport pentru sulul cu ţesătură şi din sistemul de conducere şi întindere, necesar centrării şi conducerii ţesăturii în stare întinsă în lăţime spre banda transportoare. O tensionare diferită provoacă deplasări şi

alunecări la imprimare. Dispozitivul este completat cu un compensator tip cadă, pentru variațiile de viteză.

Dispozitivul pentru alimentarea cu soluție de lipit. Pentru țesăturile groase, soluția se aplică de fiecare dată pe suportul țesăturii în partea anterioară și se spală la partea posterioară a transportorului, iar pentru

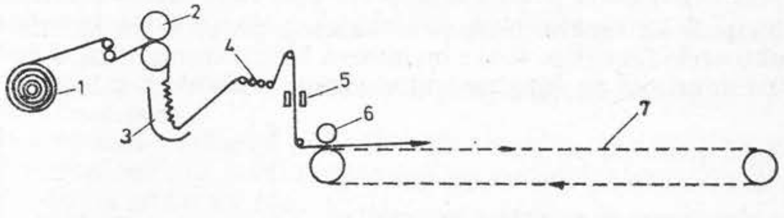


Fig. 405. Schema de principiu a mașinii automatizate de imprimat cu șabloane : *1* — suportul sulului cu țesătură ; *2* — cilindrii de debitare ; *3* — compensator ; *4* — dispozitive de întindere ; *5* — conducători de țesătură ; *6* — cilindru presor ; *7* — bandă transportoare.

țesăturile subțiri din fibre sintetice 100% sau în amestec, se aplică un adeziv permanent din polimeri sintetici. Alimentarea cu soluție de lipit se realizează cu ajutorul unui fulard cu trei cilindri de cauciuc, cu duritate 30° Shori. Grosimea stratului se reglează prin presarea cilindrilor și prin variația rotației (la turații mari, stratul este mai subțire).

Stratul de soluție nu trebuie să depășească lățimea țesăturii ce se va imprima, deoarece altfel șablonul se lipește de bandă și se poate rupe în timpul deslipirii. Pentru ca pe bandă să se aplice un strat de soluție de lipit corespunzător diferitelor lățimi de țesături de imprimat, pe capetele cilindrului mijlociu, se așază două racluri de cauciuc care îndepărtează excesul de soluție. Ele se pot deplasa paralel cu axa cilindrului transportor de soluție, în funcție de lățimea țesăturii ce trebuie imprimată.

Dispozitivul pentru lipirea țesăturii pe bandă este format dintr-un cilindru încălzit care tensionează și presează țesătura pe bandă, ca și la imprimarea manuală cu șabloane. Lipirea se poate realiza și prin cleiuri termoplastice cu ajutorul unor plăci încălzite electric, care se deplasează pe bandă, o dată cu șablonul, pentru lipirea pe porțiuni succesive.

Dispozitivul pentru acționarea benzii este format dintr-un tambur conducător, acționat de un motor electric, în partea finală a mașinii și un tambur condus. Banda este întinsă cu o serie de role situate la partea inferioară și confecționată dintr-o armătură din sită metalică (bronz fosforos sau din fibre de sticlă), îmbrăcată într-un material plastic rezistent la acțiunea solvenților. Suprafața ei trebuie să fie perfect netedă. Pe fața superioară a benzii din partea anterioară a mașinii se găsește cilindrul presor care presează țesătura pe bandă. Banda se deplasează cu o lungime corespunzătoare unui raport. În acest scop la partea anterioară a mașinii, se află un disc de raportare gradat pe care se stabilește lungimea raportului între 300 și 3000 mm.

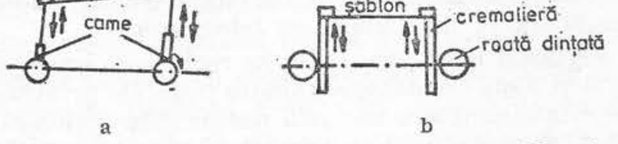
În cazul parcurgerii lungimii raportului cu două viteze corespunzătoare cursei rapide și cursei lente, cursa cu viteză rapidă reprezintă circa 98% din mărimea lungimii raportului, iar cursa cu viteză lentă 2%. Cursa lentă este necesară pentru a asigura o stabilitate mare, precisă a benzii,

fără inerţie de deplasare, înaintea coborîrii şablonului. Mărimea raportului respectiv cursa, este stabilită prin limitatorii de cursă care întrerup mişcarea prin două pîrghii (una pentru cursa lentă şi alta pentru cursa rapidă). Prin rolele ce se deplasează pe spirala din partea interioară a discului de raportare, care în realitate este un disc de programare, pîrghiile comandă limitatorii de cursă. Rola limitatorului de cursă rapidă se deplasează pe spirala mare, adică la periferie, iar rola pentru cursa lentă spre centru.

Între începerea şi oprirea cursei totale, corespunzătoare lungimii raportului şi ridicarea sau coborîrea şabloanelor, există un perfect sincronism şi anume: cînd şablonul este ridicat de axa comună (de la maşina Comerio — Ercole), discul de raportare execută mişcarea de rotaţie corespunzătoare lungimii raportului care este transmisă benzii. În momentul în care, axa comună, prin mecanismele ei, ridică şabloanele, are loc defrînarea şi discul execută mişcarea de rotaţie corespunzătoare lungimii raportului. După terminarea deplasării benzii cu cursa lentă, operaţiunile decurg în sens invers, conusul sistemului de frînare intră în interiorul discului gradat pe care-l frînează cu un dispozitiv magnetic de frînare. În acest moment, acelaşi motor care acţionează ridicarea şabloanelor prin tija lungă laterală schimbă sensul şi printr-un excentric coboară şablonul. La unele maşini, la finele cursei, un electromagnet de mare putere blochează imediat banda în poziţie fixă, pentru ca la coborîrea şablonului să se aplice exact desenul.

Dispozitivul pentru ridicarea şi coborîrea şabloanelor asigură deplasarea (ridicarea sau coborîrea) individuală sau în grup — la maşina Comerio Ercole — a şabloanelor. Coborîrea şabloanelor are loc în momentul în care se opreşte banda, iar ridicarea lor începe înainte ca banda să se deplaseze, astfel ca, şabloanele să nu fie frecate de bandă. Mecanismul pentru ridicarea şi coborîrea şabloanelor acţionează prin dispozitive cu came sau prin cremaliere.

La unele maşini (fig. 406, *a*), profilul camelor este egal, deci şablonul se ridică orizontal, la altele înălţimea lor este diferită, şablonul ridicîndu-se înclinat, se evită stropirea ţesăturii cu pastă, în momentul ridicării aces-



a b

Fig. 406. Dispozitive pentru ridicarea şi coborîrea şabloanelor:
a — cu discuri cu came;
b — cu cremalieră şi roată pentru cremalieră.

tuia. Mişcarea de ridicare a şabloanelor se poate realiza oblic şi în cazul mecanismului cu cremaliere (fig. 406, *b*), prin modificarea turaţiei uneia din roţile de acţionare.

Şablonul are posibilitatea de a-şi modifica dimensiunea şi în direcţia lăţimii ţesăturii, pentru adaptarea la diferite lăţimi de ţesătură, nu numai în direcţia lungimii.

La unele mașini ridicarea și coborîrea șabloanelor se realizează cu ajutorul unui dispozitiv pneumatic.

Dispozitivul sistemului dublu de racluri este format dintr-un cărucior purtător al celor două racluri, acționat prin lanț, în mișcarea rectilinie alternativă pe lățimea țesăturii ce se imprimă, de un motor electric individual cu frînare automată. În interiorul motorului se află o glisieră conică, care în momentul cînd se conectează curentul este atrasă de un bloc electromagnetic. O dată cu întreruperea curentului, un resort împinge porțiunea conică căptușită cu feredou către carcasa motorului pe care-l oprește. Prin folosirea motorului cu frînare automată se evită inerția raclului.

Lungimea cursei raclului se stabilește de la început la fixarea șablonului în mașină în știfturile respective ale șablonului, iar reglarea presiunii raclului prin șuruburile de reglare.

Căruciorul împreună cu raclurile (fig. 407) execută o mișcare rectilinie alternativă pe direcție orizontală, iar raclurile în mod alternativ, la capă-

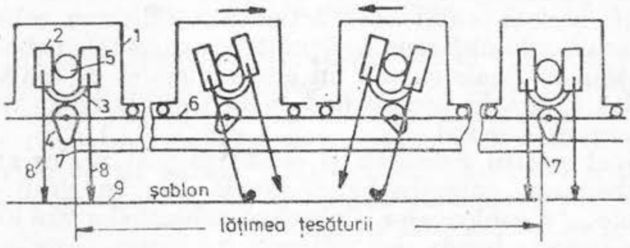


Fig. 407. Mecanismul de ridicare și coborîrea sistemului dublu de racluri:
1 — cărucior; 2 — cremaliere solidare; 3 — sector dințat solidar cu cremaliera; 4 — pîrghie sector dințat; 5 — roată dințată comună celor două cremaliere; 6 — cale de rulare a căruciorului; 7. — limitator de cursă; 8 — sistem dublu de racluri; 9 — — șablon.

tul cursei, o mișcare pe verticală după principiul raclului oscilant. Numărul de curse ale raclului se reglează în funcție de desen, cu ajutorul unui releu electric de timp de la tabloul de comandă. Fiecare motor al dispozitivului sistemului dublu de racluri are releul său.

Cursa pe verticală a fiecărui raclu se realizează printr-un mecanism cu roată dințată și două cremaliere solidare între ele printr-un sector dințat în exterior. La rîndul său sectorul dințat este acționat de o pîrghie tip sector dințat, care oscilează în jurul unui punct fix în funcție de poziția limitatorului de cursă. Prin intermediul acestui limitator de cursă, la capetele șablonului raclurile ocupă aceeași poziție, deoarece pîrghia sector dințat conducător ocupă o poziție perpendiculară. Însă la deplasarea într-un sens sau altul, datorită limitatorului de cursă, raclul anterior (în sensul deplasării căruciorului) se ridică, iar cel posterior freacă pe șablon. În timpul celor două curse, pîrghia sector dințat conducător ocupă o poziție înclinată. Mișcarea rectilinie alternativă a căruciorului este transmisă printr-un lanț articulat care primește mișcarea de la un ax ce execută o mișcare de rotație reversibilă.

Instalația pentru spălarea benzii este situată sub partea posterioară a benzii transportoare, imediat după deslipirea țesăturii imprimate. Ea este formată (fig. 408) din conducte perforate, perii și racluri, ca și insta-

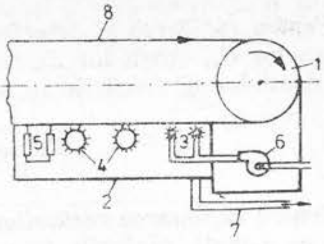


Fig. 408. Instalație pentru spălarea benzii: *1* — cilindru conducător al benzii transportoare *2* — carcasa instalației de spălare; *3* — conducte; *4* — cilindri cu perii; *5* — racluri; *6* — pompă; *7* — conductă de scurgere; *8* — bandă transportoare.

lația mecanizată pentru spălarea pînzei cauciucate de pe mesele de imprimare manuală cu șabloane.

Instalația de uscare este formată din două părți: una pentru preuscare și alta pentru uscarea definitivă. Partea de preuscare la unele mașini, Comerio-Ercole (fig. 409, *a* și *b*), este formată dintr-o baterie de încălzire și de ventilatoare, care trimite prin difuzoare aerul cald asupra țesăturii. Difuzoarele sînt așezate între șabloane și asigură uscarea parțială la trecerea țesăturii de la un șablon la altul. Baza difuzoarelor este așezată spre

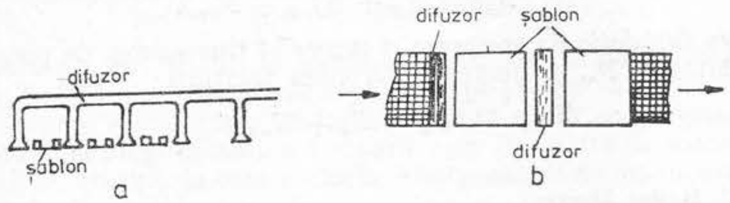


Fig. 409. Instalația de preuscare:
a — rețea de difuzoare; *b* — repartiția interșabloane a difuzoarelor.

țesătură și prevăzută cu o serie de orificii așezate decalat pe mai multe rînduri prin care se trimite aer cald pe suprafața țesăturii.

La alte mașini, Ichinose, partea de preuscare este formată dintr-un simplu cilindru încălzit cu abur, peste care este condusă țesătura cu partea neimprimată, imediată după dezlipirea ei de banda transportoare. Partea din instalația de uscare ce asigură uscarea definitivă, este formată dintr-un uscător comun uscătoarelor de la mașinile de imprimat cu cilindri (o cameră dreptunghiulară pe ale cărei diagonale sînt așezate role de conducere). Mașina este prevăzută cu întrerupătoare pentru scoaterea din funcțiune a anumitor părți.

Calculul energetic determină puterea pentru antrenarea benzii transportare, pentru ridicarea și coborîrea șabloanelor, pentru acționarea raclurilor, pentru instalația de spălare și pentru instalația de preuscare și uscare.

Pentru antrenarea benzii se ţine seama de forţa de tracţiune F_{tr} şi de forţa de frecare F_{fr} a benzii pe tambur şi pe role :

$$N_b = \frac{(F_{tr} + F_{fr})v}{1000\ \eta_t}$$

Pentru ridicarea şi coborîrea şabloanelor se ia în considerare greutatea şabloanelor G_s, cursa lor de ridicare, h, în unitatea de timp, numărul, z, al şabloanelor şi frecările în sistemul de acţionare, N_{fr} :

$$N_s = \frac{G_s z h}{1000\ \tau} + N_{fr}.$$

Pentru acţionarea racluirilor puterea se calculează separat pentru căruciorul ce poartă raclurile în mişcarea pe orizontală şi pentru racluri în cursa pe verticală, la care se adaugă puterea pentru frecarea raclurilor $N_{fr \cdot r}$ şi pentru frecarea căruciorului $N_{fr.c}$:

$$N_{c+r} = \frac{G_c l\, z'}{1000\ \tau} + \frac{G_r h'}{1000\ \tau} + N_{fr \cdot r} + N_{fr.c}.$$

Pentru instalaţia de spălare se ia în considerare puterea pompei, Np, puterea consumată pentru frecarea periilor şi acţionarea lor, $N_{fr \cdot p}$, şi pentru frecarea raclurilor :

$$N_{sp} = N_p + N_{fr \cdot p} + N_{fr \cdot r}.$$

Pentru instalaţia de preuscare şi uscare se ţine seama de puterea pentru ventilatoare, N_v, şi pentru antrenarea ţesăturii :

$$N_u = N_v + N_{a.t}.$$

17.1.2.2. Maşina Zimmer

Maşina Zimmer se caracterizează printr-un grad mare de polifuncţionalitate, permiţînd imprimarea oricărui material textil, începînd cu ţesăturile subţiri de tip nylon, pînă la ţesături groase de bumbac, in, iută şi de asemenea tricoturi de orice grosime, într-un număr de culori variabil între 1 şi 12.

În comparaţie cu celelalte maşini automatizate cu şabloane (Comerio — Ercole şi Ichinose), ea prezintă următoarele particularităţi constructive şi funcţionale :

Pentru ţesăturile subţiri foloseşte o pînză însoţitoare care se lipeşte pe banda transportoare o dată cu ţesătura ce se imprimă.

Antrenarea benzii transportoare se realizează hidropneumatic, printr-un sistem de fante de aspiraţie de lungime egală cu lăţimea benzii, situate pe partea interioară a ramurei inferioare a benzii (fig. 410). Mai întîi se asigură blocarea benzii datorită vidului şi apoi în această stare transportul ei pe cale hidraulică cu lungimea unui raport, cu ajutorul unui cilindru cu piston cu dublu efect. La finele cursei unui raport, vidul se întrerupe şi prin sistemul hidraulic (acţionarea pistonului pe cealaltă faţă),

fantele desprinse sînt aduse în cursa în gol în poziția inițială pentru reluarea ciclului în mișcarea de du-te — vino.

Mărimea raportului se reglează prin lungimea cursei pistonului dispozitivului hidromecanic, între limitele 400 și 2 000 mm, cu o precizie de 0,2—0,1 mm.

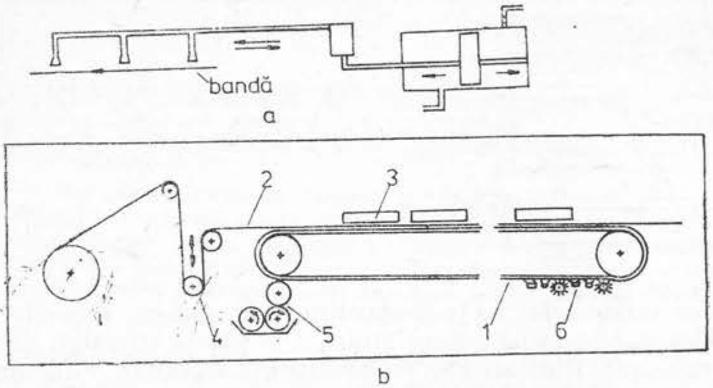


Fig. 410. Mașina Zimmer :

a — instalația pentru antrenarea benzii ; *b* — construcția mașinii : *1* — bandă transportoare ; *2* — țesătură ; *3* — șablon ; *4* — compensator ; *5*— dispozitiv de lipire ; *6* — dispozitiv de spălare.

Racluri de tip rulant, în formă de bară, cu secțiune circulară, de diametre 3—20 mm, ce se rotesc în pasta de pe șablon sub acțiunea forței portante a unor electromagneți, pe o distanță egală cu lungimea raportului în direcția longitudinală a țesăturii, spre deosebire de toate celelalte construcții de mașini, la care raclurile efectuează curse pe direcția firelor de bătătură.

Sistemul electromagneților, cîte unul pèntru fiecare raclu, situat pe partea interioară a ramurei superioare a benzii transportoarè, asigură antrenarea în mișcarea de rotație a raclurilor, datorită deplasării întregului ansamblu de electromagneți în mișcarea rectilinie, de cătrè tija pistonului celui de al doilea cilindru, de construcție și funcționare similară cu primul. Ansamblul electromagneților efectuînd dèci mișcări rectilinii alternative, determină mișcarea raclurilor într-un număr de curse corespunzător tipului de țesătură și naturii pastei de imprimat, servind în același timp și ca masă de imprimat în timpul procesului de imprimare.

Cantitatea și gradul de pătrundere al pastei este determinat de grosimea raclului și de forța portantă a electromagneților. Raclurile mai groase, cu $\varphi = 20$ mm, se folosesc la imprimarea țèsăturilor groase de iută.

Uzura șablonului este redusă la minimum, deoarece între raclu și șablon nu sînt frecări, fapt ce garantează o imprimare precisă și uniformă a oricărui desen, la contururi fine și suprafețe foarte mari. Electromagnetul acționînd uniform pe toată lungimea șablonului evită îndoirea raclului, realizîndu-se o imprimare uniformă pe toată lățimea țesăturii. Forța portantă a electromagnetului se poate regla precis cu ajutorul unui comutator special, reglînd presiunea raclului în șase trepte, în funcție de

intensitatea curentului de alimentare. Presiunea se reglează în funcție de culoare. Raclul nefiind fixat prin dispozitiv de antrenare se poate ridica o dată cu șablonul putînd fi curățat ușor.

Comanda de ridicare și coborîre a șablonului (fig. 411) se realizează hidraulic prin pompa de ulei, ce refulează în cilindru cu piston, care printr-un sistem bielă — manivelă, transmite mișcarea șablonului. Ridicarea

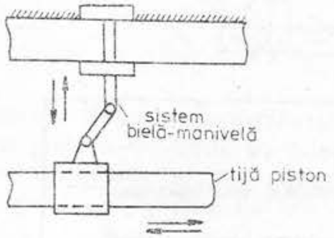


Fig. 411. Dispozitiv pentru ridicarea și coborîrea șabloanelor.

și coborîrea șabloanelor se poate realiza independent, succesiv (de exemplu se ridică partea stîngă, apoi mijlocul și partea dreaptă, deci sistemul mixt de ridicare). Ridicarea se poate executa simultan. Șablonul și raclul pot fi scoase ușor din mașină. Pentru reglarea lungimii raportului servesc două servomotoare.

Alimentarea cu pastă se realizează printr-un distribuitor de pastă, prevăzut pe toată lățimea șablonului cu un mecanism reglabil, de picurare. Partea inferioară a căzii alimentatorului are orificiile eliptice, care pot fi opturate prin detașarea unei benzi pe direcția longitudinală a căzii.

La unele mașini (Stork) alimentarea căzilor se realizează automat, printr-o instalație cu rezervoare situate în partea laterală a mașinii.

Preuscătorul, situat la partea superioară, funcționează numai cînd banda transportoare se deplasează. În momentul pornirii benzii, intră în acțiune motorul ventilatorului și bateria de încălzire. Partea inferioară a întregii instalații superioare de preuscare este deschisă, fără orificii și fără fante.

Uscarea după imprimare, după deslipirea țesăturii de pe banda transportoare, se realizează cu ajutorul panourilor unui uscător cu radiații infraroșii sau cu agent obișnuit de uscare prin agregate de ajutaje.

Într-o altă variantă de uscare s-a aplicat metoda încălzirii meselor de imprimat, bazată pe introducerea unei rețele cu urzeală de sîrmă de cupru și bătătură de bumbac, între pîslă și pînza cauciucată sau mușama (tapetul cu care este acoperită masa de imprimat). Rețeaua este încălzită electric printr-un transformator de curent la 50 V. Prin această metodă se realizează o temperatură de 40...47°C la suprafața mesei de imprimat. Se asigură astfel o uscare uniformă și rațională a țesăturii imprimate și o mai bună precizie a contururilor, prevenindu-se astfel defectele care pot apărea frecvent la suprapunerea „ud pe ud".

Spălarea tapetului începe în partea finală superioară a benzii transportoare, printr-o conductă perforată și se încheie în partea inferioară cu un sistem de spălare comun celorlalte mașini de imprimat cu șabloane (fig. 412).

Instalația hidraulică este formată din rezervoare și pompe de ulei, necesare pentru trimiterea uleiului în cei doi cilindri cu piston cu dublu

efect (un cilindru pentru sistemul electromagneților și al doilea pentru sistemul fantelor).

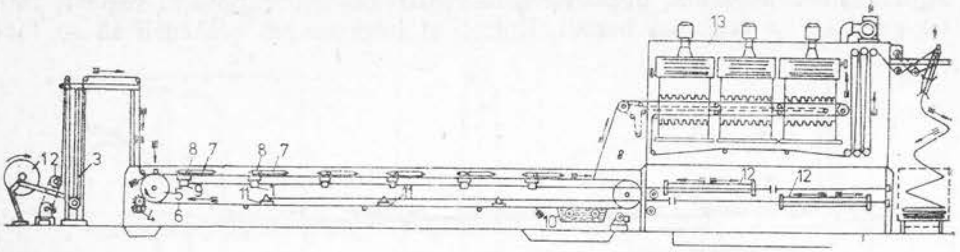


Fig. 412. Ansamblul mașinii de imprimat Zimmer:
1 — sul cu țesătură; 2 — cilindru pentru alimentare și pentru întindere; 3 — compensator; 4 — dispozitiv pentru lipirea țesăturii; 5 — tambur pentru antrenarea benzii; 6 — bandă transportoare; 7 — șabloane; 8 — raclu; 9 — electromagneți pentru acționarea raclurilor; 10 — instalația pentru curățirea benzii; 11 — fante; 12 — sistemul cilindrilor hidraulici; 13 — uscător.

17.1.2.3. Mașina automatizată de imprimat Hydromag

Această mașină, a firmei „Buser", (fig. 413 *a* și *b*) prezintă următoarele particularități constructive:

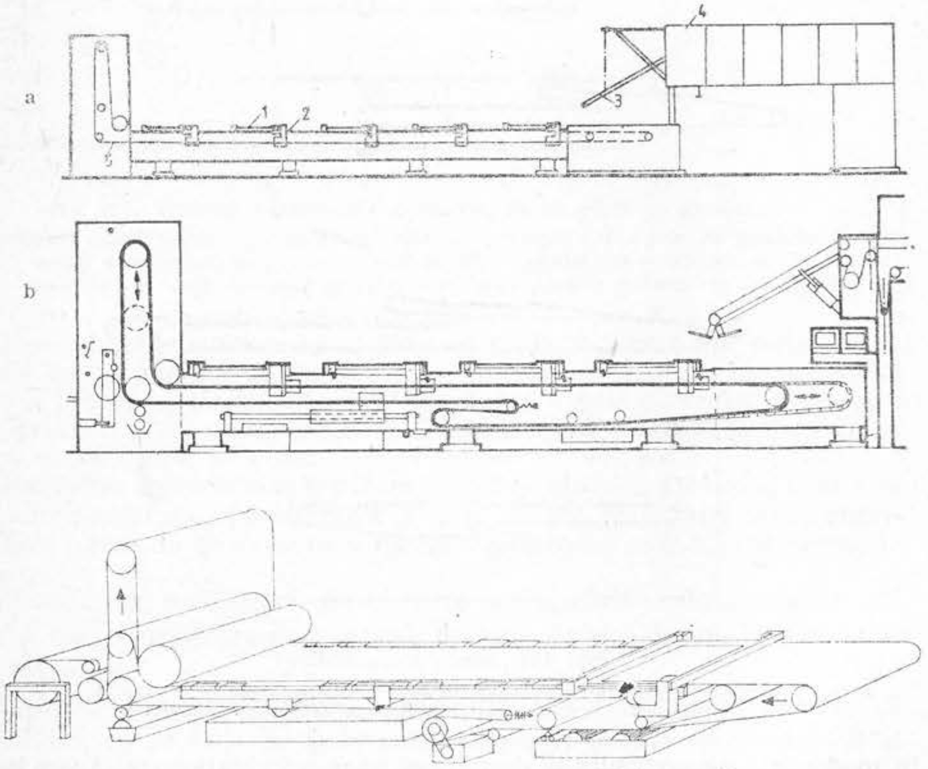
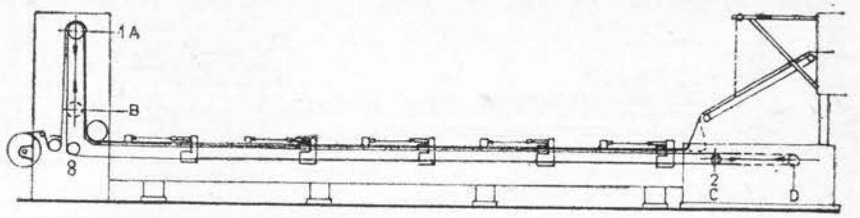
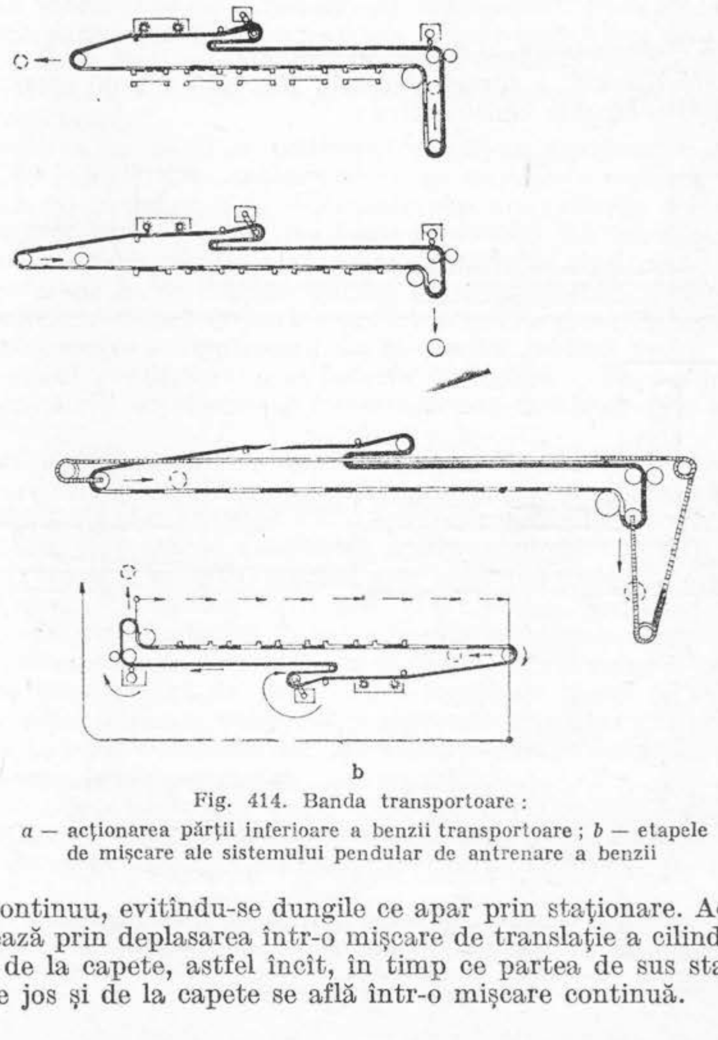


Fig. 413. Mașina automatizată de imprimat Hydromag Busser:
a — schema generală; 1 — șablon; 2 — motor electric; 3 — bandă transportoare pentru mansardă; 4 — uscător; 5 — bandă transportoare; b — elemente constructive ale mașinii Hydromag; c — ansamblul funcțional.

Deplasarea covorului (tapetului) transportor în mod continuu (fig. 414, *a*), atunci cînd el trece pe sub masa de imprimat şi numai pe faţa superioară a acestuia, deplasarea se realizează din raport în raport, fapt ce permite ca reglarea benzii, lipirea şi imprimarea ţesăturii să se facă



a



b

Fig. 414. Banda transportoare :

a — acţionarea părţii inferioare a benzii transportoare ; *b* — etapele de mişcare ale sistemului pendular de antrenare a benzii

în mod continuu, evitîndu-se dungile ce apar prin staţionare. Acest lucru se realizează prin deplasarea într-o mişcare de translaţie a cilindrilor conducători de la capete, astfel încît, în timp ce partea de sus staţionează, partea de jos şi de la capete se află într-o mişcare continuă.

Mersul continuu, pe orizontală și verticală, se realizează prin cei doi compensatori (*1* și *2*). În timpul deplasării benzii din raport în raport, rola *1* — coboară din *A* la *B*, iar rola *2* se deplasează de la *C* la *D*. Deci, în timpul imprimării, deplasarea lor are loc în sens invers (fig. 414, *b* și fig 415).

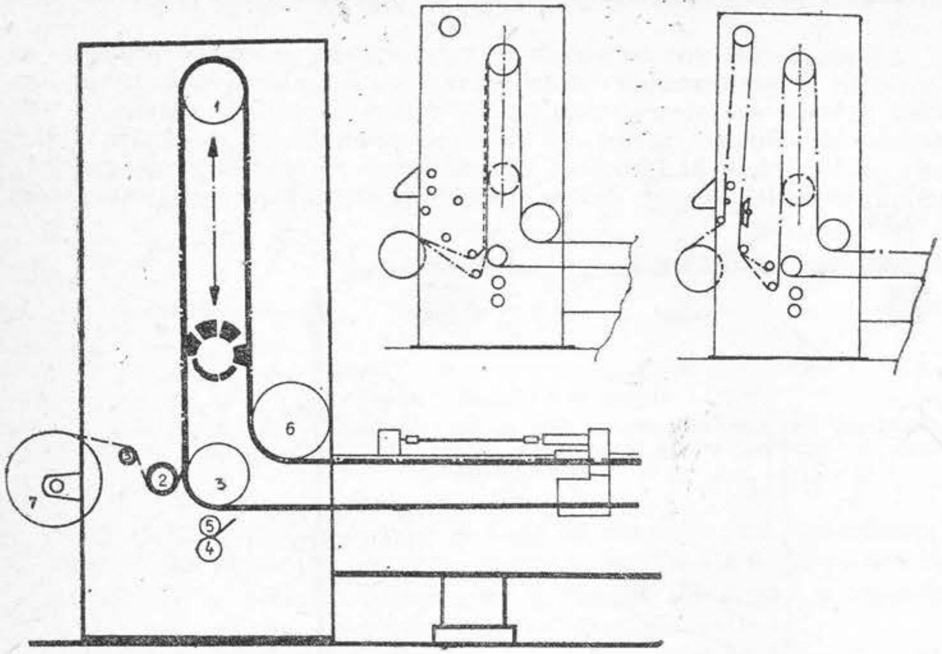


Fig. 415. Variante constructive și funcționale ale părții de alimentare:
a — elemente constructive: *1* — rolă oscilantă pe verticală; *2* — role de încălzire și presare; *3* — rolă contrapresiune; *4,5* — perechi de role de ghidaj; *6* — tambur de întoarcere; *7* — rolă cu țesătură; *8* — rolă de întoarcere; *b,c*— faze în sistemul de funcționare.

Covorul transportor este acoperit cu un liant permanent termoplast; la rece nu se produce adeziunea între materialul textil și tapet, astfel încît, la început, materialul textil este depus numai pe covor, după care trece printr-o placă dublă încălzită, avînd loc deci plastifierea liantului și lipirea materialului de covor.

Dezlipirea materialului textil imprimat se realizează în mod continuu prin intermediul unei benzi transportoare pe care materialul textil imprimat este trecut de pe masa de imprimat și introdus apoi în mansarda de uscare.

Prin aceste modificări constructive s-a urmărit realizarea unor imprimări corespunzătoare pe materiale foarte subțiri, sensibile la deformări prin întindere.

Mașina de imprimat Midias, cu șabloane, se caracterizează prin faptul că raclarea nu se face pe materialul staționar, ci atît materialul cît și șablonul se deplasează în timp ce raclul este staționar. După imprimare,

şablonul şi raclul sînt ridicate şi readuse în poziţia iniţială, moment după care raclul dublu repartizează colorantul. Apoi şablonul execută un nou raport şi operaţiunile se repetă.

17.1.3. Maşini de imprimat cu şabloane de formă cilindrică

Aceste maşini sînt construite şi funcţionează pe acelaşi principiu ca şi maşinile de imprimat cu clindri gravaţi, cu deosebirea că în locul cilindrilor gravaţi se folosesc şabloane de formă cilindrică, antrenate prin fricţiune de cilindrul presor, iar în locul racluriIor un mecanism „magnet — roll", (raclu în formă de rolă acţionat pe cale electromagnetică), evitîndu-se astfel frecarea dintre şablon şi ţesătură, fapt ce măreşte gradul de precizie, (fig. 416).

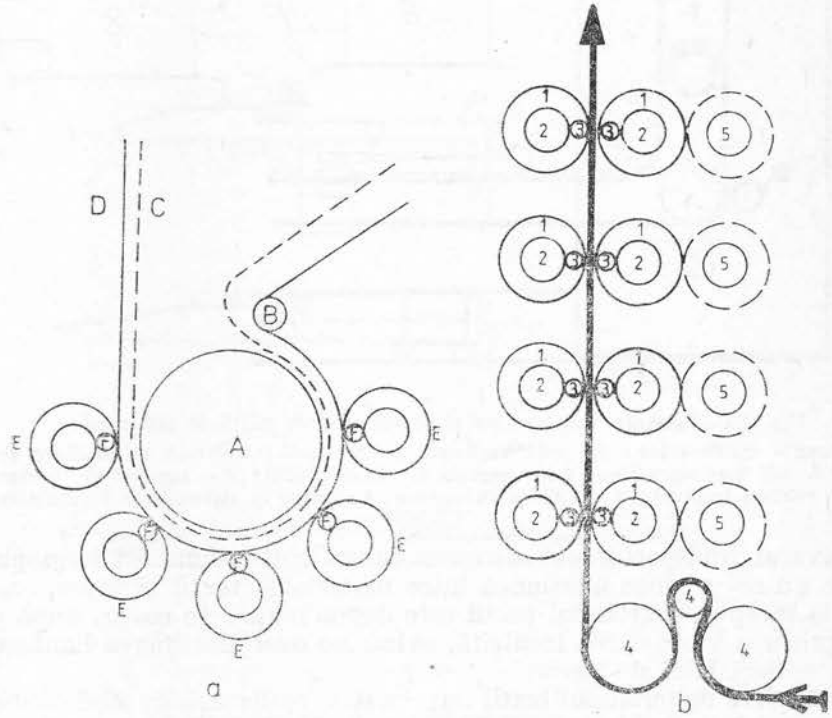


Fig. 416. Maşini de imprimat:
a — maşina cu şabloane cilindrice şi cilindru presor comun: *A*, *B* — role de conducere; *C* — pînză însoţitoare; *D* — ţesătură de imprimat; *E* — şabloane; *F* — racluri; *b* — maşina cu cilindri presori individuali: *1* — şablon; *2* — spaţiu cu pastă; *3* — raclu; *4* — sistem de tensionare a ţesăturii; *5* — sistem de antrenare.

Raclul (fig. 417), aşezat în interiorul şablonului, presează pasta de imprimat adusă printr-o conductă. Mişcarea benzii este continuă şi şablonului i se imprimă o mişcare de rotaţie cu o viteză periferică egală cu viteza de deplasare a ţesăturii, astfel încît procesul de imprimare este con-

tinuu. Prin agregarea acestor mașini de imprimat cu aburitoarele continue la presiune se poate realiza în flux continuu întregul proces de imprimare, uscare, aburire, spălare și uscare finală.

Alimentarea șablonului cu pastă de imprimat (fig. 418) se realizează printr-o pompă și conducte din interiorul șablonului, iar cantitatea de

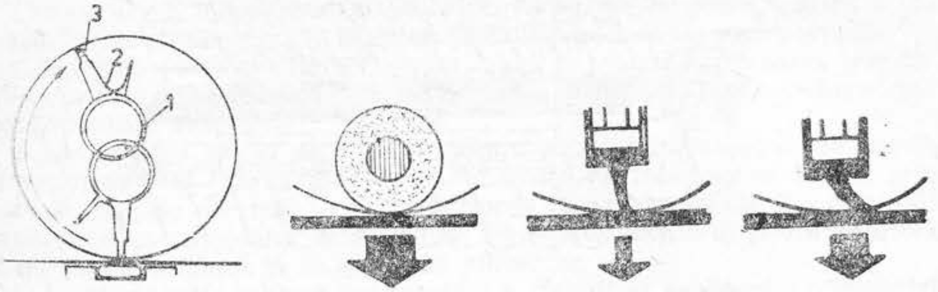


Fig. 417. Dispozitiv de raclare:

a — schema constructivă; 1 — tub; 2 — bac pe toată lungimea racluIui; 3 — partea de uscare; b, c, d — schema deprincipiua funcționării raclului: pentru contururi fine; pentru imprimare pătrunsă.

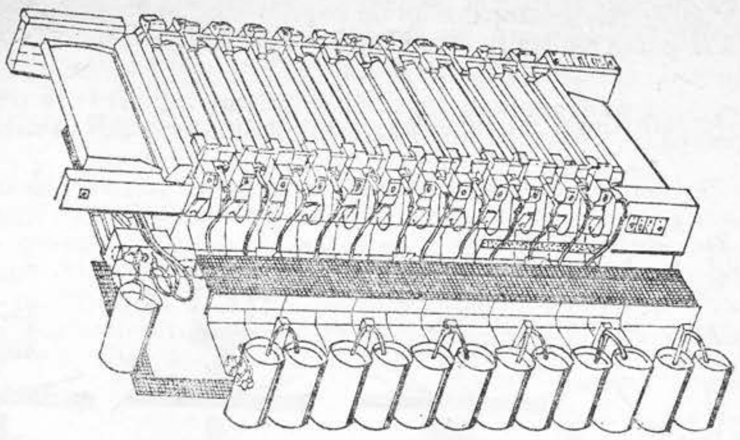
pastă din interiorul șablonului se reglează automat prin intermediul indicator de nivel. La înlocuirea desenului pasta este aspirată din șablon și condusă cu ajutorul pompei, iar în timpul schimbării șabloanelor se efectuează spălarea lor (a conductelor și a pompei).

Dimensiunile rapoartelor la aceste mașini variază între 45 și 81 cm, dar se pot realiza și rapoarte mai mari de 100 cm, pentru desene speciale. Aducerea la raport se realizează prin șuruburi, care permit reglarea pe lungime, pe lățime și diagonal, urmărindu-se pe o scală gradată.

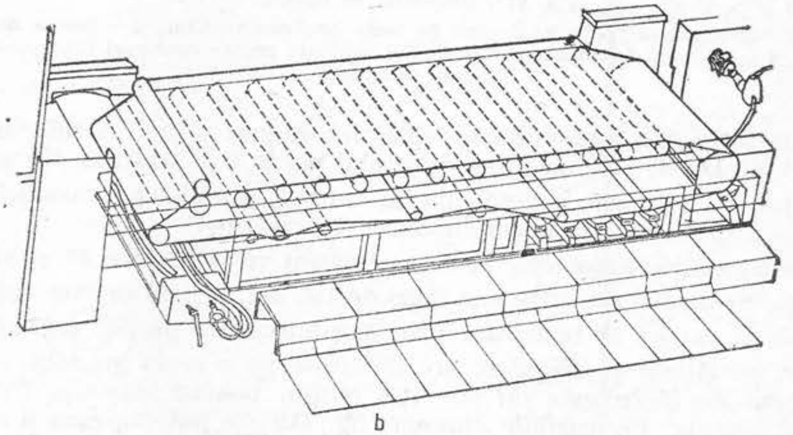
Viteza de lucru este de 60—100 m/min pentru mașinile firmelor Stork și Zimmer. Pe mașinile Zimmer (fig. 419) se pot imprima 6 culori, iar pe mașinile Stork tip I în 12 culori și în două rapoarte standardizate de 48 și 64 cm în 12, 16, 20, 24 culori, fără limită de raport, pentru tipul al doilea.

La aceste mașini, pe țesătura imprimată nu apar dungi de racluri; cantitatea de pastă nu este limitată de adîncimea gravurii, de presiune și viteză, și, nici nu apare defectul de imprimare plată și strînsă din cauza presării pastei, depusă de cilindrul anterior și presată de către cilindrul următor. Fabricarea, manevrarea șabloanelor, și raportarea lor sînt operații mult mai ușoare decît la mașinile de imprimat cu cilindrii. Schimbarea desenului sau a poziției coloristice se face mult mai repede, iar timpul de pregătire al desenului se reduce de șase ori.

În comparație cu viteza medie de imprimare a mașinilor de imprimat cu șabloane plane (de 600 m/oră) și a mașinilor de imprimat cu cilindri gravați (de 1 000 m/oră), la aceste mașini viteza este mult mai mare (1 500 m/oră). În plus, ele prezintă următoarele avantaje: asigură proces continuu de imprimat la un consum redus de energie; șabloanele vin în



a



b

Fig. 418. Şabloane cilindrice :
a — schema de alimentare a şabloanelor cilindrice ; b — schema de amplasare a şabloanelor cilindrice.

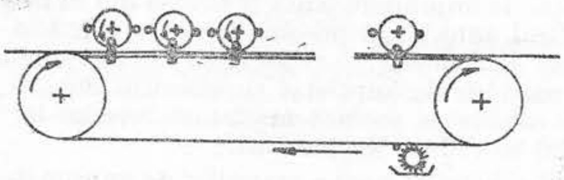


Fig. 419. Maşina de imprimat cu şabloane cilindrice pe benzi transportoare continue, tip Zimmer.

contact cu ţesătura numai pe generatoare, iar presiunea este redusă astfel încît se evită pericolul strivirilor cu pastă ; permit folosirea unor paste mai vîscoase, fără ca şablonul să prezinte tendinţa de a desprinde ţesătura

de pe masă; se pot imprima relativ ușor și țesăturile grele din fire sintetice hidrofobe și desenele în dungi pe lungime; se evită operațiunile de realare multiple cu dezavantajele lor cunoscute; permit imprimarea la presiuni mari ale raclului în cazul țesăturilor cu striuri. Prezintă însă dezavantajul că șablonul se confecționează greu și se deteriorează ușor.

Procesul de imprimare cu șabloane cilindrice se poate realiza și pe mașinile rectilinii prin transportul țesăturii pe bandă transportoare.

Mașinile Stork și Zimmer se pot folosi și pentru imprimarea tricoturilor, prin deplasarea continuă a tricotului dedesubtul șabloanelor circulare, montate succesiv.

La capătul mesei de imprimat, materialul este separat de banda transportoare și este condus într-un uscător cu role sau cu bucle, prin care se trimite aer cald. Pentru evitarea pătării, mașinile Zimmer sînt prevăzute cu un uscător intermediar. Pe aceste mașini se poate imprima și cu șabloane plane și cu șabloane cilindrice.

În construcția șabloanelor rotative a trebuit să se aleagă un material cu rigiditate mare, dar suficient de subțire pentru a permite să treacă prin ele cantitatea necesară de pastă.

Șabloanele se livrează în diferite mărimi (48; 64; 72; 85; 100 mm), la lățimi de lucru de 130—160 cm.

Șabloanele cilindrice sînt construite sub forma unor tuburi de sită metalică, sau presate sub forma unor plăci din tablă de oțel perforată, care se fixează pe inele metalice. După întrebuințare și uzură se scot de pe inele. Se confecționează fără cusătură. Sitele șabloanelor rotative pot fi și din fire poliesterice monofilamentare, deoarece acestea au rezistență mare la frecare, permit trecerea ușoară a colorantului; au higroscopicitate foarte mică și rezistență redusă la temperaturi.

Se construiesc șabloane circulare și din tablă subțire de nichel. Ele sînt menținute în stare tensionată în timpul imprimării cu ajuorul unor dispozitive speciale. La schimbarea colorantului ele se scot și se curăță în instalația de spălare. Lungimea șabloanelor este variabilă în funcție de lățimea materialului.

Pentru fabricarea șabloanelor se folosesc trei procedee:

— de lăcuire ulterioară, care se realizează pe șabloane de nichel cu perforații fine, la fel ca pe șabloanele rectilinii. Procedeul se poate aplica chiar în imprimerii și prezintă avantajul că, după îndepărtarea lacului, șablonul este refolosit;

— prin corodare, la care șabloanele circulare neperforate sînt acoperite cu un strat sensibil la lumină, ca în fotogravură. Sînt iluminate cu un dispozitiv transparent, se îndepărtează cu apă porțiunile rămase solubile și apoi se corodează cu acid. Astfel, desenul, împărțit în puncte, apare pe șablon sub formă de perforații. Aceste desene sînt foarte rezistente și pot fi realizate chiar în întreprinderi. Prezintă dezavantajul că nu poate fi folosit decît o singură dată;

— prin galvanoplastie. Desenele sînt rezistente dar se realizează greu în imprimerii. Și în acest caz desenul nu poate fi folosit decît o singură dată.

Mașina de imprimat cu șabloane rotative pe bandă transportoare plană, tip Metalul Roșu (fig. 420) se bazează pe următorul principiu (fig.

421): raclul *2* presează pasta de imprimare *3* prin orificiile rămase libere ale şablonului *1*, pe materialul textil *4*, lipit de o bandă transportoare, pînă ce se sprijină pe cilindrul suport *5*. Partea de imprimare amplasată la 16 mm de sistemul de susţinere al cilindrului suport, asigură un ansamblu elastic pentru procesul de imprimare.

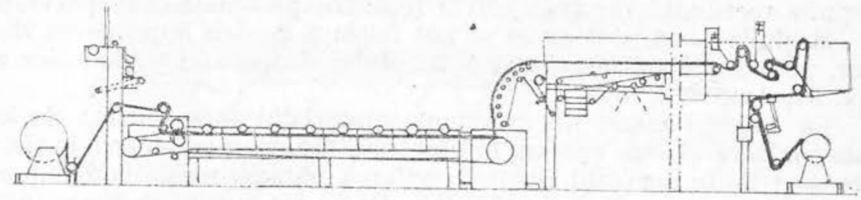


Fig. 420. Maşina de imprimat cu şabloane rotative tip Metalul Roşu.

Calitatea imprimării este condiţionată de tipul şablonului de imprimat, de lama raclului şi presiunea exercitată pe raclu, de compoziţia pastei, de pregătirea materialului textil, de liantul pentru lipirea ţesăturii pe banda transportoare şi de metoda de lipire, şi de asemenea de procedeul de uscare.

Maşina poate fi echipată cu două tipuri de şabloane: lăcuite cu un lac fotosensibil, care după expunere lasă libere orificiile în locul mode-

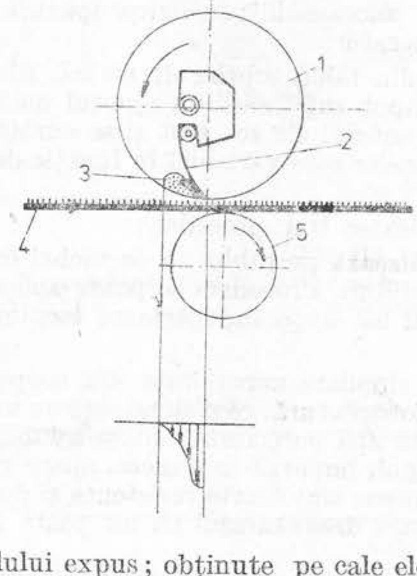


Fig. 421. Schema de principiu a imprimării cu şabloane rotative: *1* — şablon; *2* — raclu; *3* — pastă; *4* — ţesătură; *5* — cilindru suport.

lului expus; obţinute pe cale electrogalvanică. Numărul de orificii de pe suprafaţa laterală a şablonului este ordonat pe unităţi de lungime, purtînd numele de Mesh, în cazul cînd se ia ca unitate de bază 25,4 mm. La un număr mare de Mesh, se înţelege că diametrul orificiilor este mai mic, deci şi cantitatea de pastă care trece prin şablon este mai mică. Forma orificiilor şabloanelor este hexagonală, obţinîndu-se astfel un raport op-

tim între debitare cu pastă și rezistența mecanică. Presiunea necesară împingerii pastei prin șablon se dezvoltă din momentul atingerii materialului textil de către pasta debitată prin orificii.

În comparație cu raclurile altor mașini, raclul acestei mașini prezintă următoarele particularități:

— rigiditate mai mare prin forma specială a profilului;

— conține (reține) o cantitate mică de pastă datorată faptului că folosește o țeavă cu diametrul mic prin care trece pasta de imprimare;

— posibilități de schimbare cu multă ușurință a lamei raclului prin adaptarea unui sistem de prindere a raclului prin dispozitive pneumatice cu tuburi de cauciuc.

Mașina utilizează următoarele tipuri de lame de raclu, cu dimensiuni normalizate (lățime × grosime):

— 40 × 0,1, pentru cantități mici și mijlocii de pastă, care numai se depun pe suprafața materialului. Pentru majoritatea materialelor textile penetrația este insuficientă;

— 40 × 0,15, pentru cantități mici de pastă, dar raclete cu contururi tari;

— 50 × 0,15, pentru cantități mari de pastă, fără penetrație puternică;

— 55 × 0,20, pentru cantități mari de pastă cu penetrație puternică — țesături cu structuri în relief și tricoturi grele.

În graficul din fig. 422 sînt prezentate variațiile cantităților de pastă de imprimare Q depuse, în funcție de tipul lamei de raclu și de presiunea

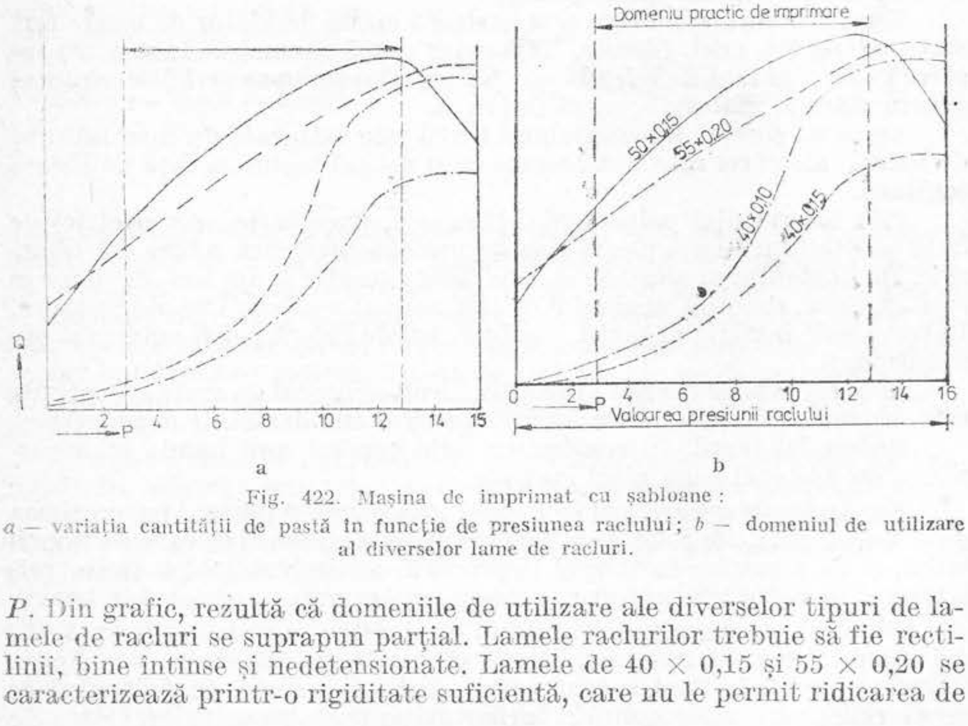


Fig. 422. Mașina de imprimat cu șabloane:
a — variația cantității de pastă în funcție de presiunea raclului; *b* — domeniul de utilizare al diverselor lame de racluri.

P. Din grafic, rezultă că domeniile de utilizare ale diverselor tipuri de lamele de racluri se suprapun parțial. Lamele raclurilor trebuie să fie rectilinii, bine întinse și nedetensionate. Lamele de 40 × 0,15 și 55 × 0,20 se caracterizează printr-o rigiditate suficientă, care nu le permit ridicarea de

către neuniformitățile din pastă și deci, se evită pericolul formării dungilor. Prin utilizarea racturilor mai puțin rigide (50 × 0,1 sau 50 × 0,15), pasta de imprimare se depune la o adîncime mai mică. Asemenea lame se recomandă numai atunci cînd din diferite motive apar variații ale șabloanelor. Ținînd seama de avantajele racturilor rigide, se pot utiliza lamele de 40 × 0,15 sau 53 × 0,20 cu bandă antifricțiune, care reduce mult frecarea între bandă, raclu și șablon (fig. 422, *b*).

*Partea de alimentare a mașinii*este prezentată în fig. 423 a cuprinde în plus un dispozitiv de aspirare a scamei — în locul cilindrului de periere

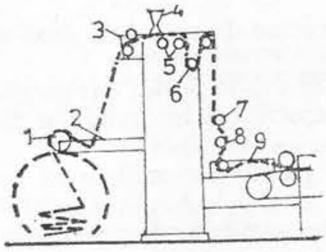


Fig. 423. Partea de alimentare a mașinii: *1* — cilindru de tragere; *2* — braț derulator; *3* — sistem de tensionare a materialului; *4* — dispozitiv de aspirare a scamelor; *5* — role de conducere; *6* — compensator; *7* — derulator de margini; *8* — conducător de liziere; *9* — placă curbată.

obișnuit aplicat la alte mașini. Compensatorul de viteză sincronizează turația cilindrului de tragere cu viteza benzii — prin ridicarea compensatorului crește turația, iar la coborîre scade — prin rotația unui autotransformator, care acționează asupra cuplului de excitație al motorului de antrenare de la cilindru de derulare.

Pentru tricoturi, mașina este echipată cu un derulator de liziere format din trei tije mici, filetate. Tija superioară este mobilă în vederea reglării poziției ei față de celelalte două fixe, adaptîndu-se astfel derulatorul pentru diferite materiale ce se imprimă.

Așezarea corectă a materialului textil este asigurată de conducătorul de lizieră, ale cărei role sînt așezate cu o ușoară înclinare față de liziera țesăturii.

Prin intermediul palpatorului (mecanic, pneumatic, sau electric) de la liziera țesăturii se cuplează sau decuplează presiunea dintre cele două role. În momentul apăsării rolelor pe liziera țesăturii, are loc devierea ei spre exterior, datorită unghiului de înclinare al acestora față de țesătură. În funcție de materialul textil, conducătorii de lizieră pot fi antrenați sau neantrenați.

În cazul conducătorilor antrenați, electromotorul de curent continuu este comandat de tahometru montat pe axul cilindrului de conducere.

Materialul textil, în continuare, este condus spre banda transportoare, cu ajutorul unei plăci curbate.

Banda transportoare, confecționată din cauciuc pînzat, cu grosimea de la 2,4—3 mm, are rolul de a conduce materialul textil în vederea imprimării, și de a susține în timpul imprimării, ansamblul șablon-raclu, prin intermediul cilindrului inferior, care susține ramura superioară a benzii.

Cilindrul presor, prin intermediul unui sistem pneumatic format din doi cilindri, presează materialul textil pe bandă, pentru fixare prin lipire. Cilindrul presor, în lipsa aerului comprimat (în operația de degresare) se poate ridica prin intermediul arcurilor de pe tijele pistoanelor. Cursa de

coborîre a cilindrului presor se realizează numai în momentul acționării benzii transportoare, cînd se cuplează ventilul electromagnetic, care permite accesul aerului comprimat la sistemul cilindrilor pneumatici. La oprirea benzii transportoare se întrerupe alimentarea aerului comprimat și cilindrul presor se ridică. Acțiunea de presare a cilindrului presor se poate regla prin intermediul unui ventil pneumatic. Se poate depresa, în mod excepțional, cilindrul presor și în timpul funcționării mașinii de imprimat, cu ajutorul unui ventil electromagnetic pe cale pneumatică.

Banda transportoare este ridicată în momentul începerii imprimării, cu ajutorul cilindrilor suport care susțin ramura ei superioară — cîte unul pentru fiecare șablon (fig. 424, *a* și *b*). Comanda coborîrii raclurilor este

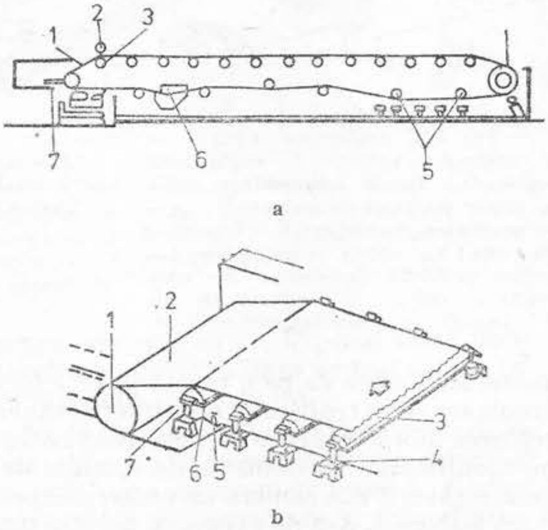


Fig. 424. Partea de transport: *a* — schema generală: *1* — bandă transportoare; *2* — cilindru pentru presarea materialului; *3* — cilindru suport bandă; *4* — cilindru de acționare cu antrenare melcată; *5* — role de apăsare a benzii pe sistemul de spălare; *6* — reglaj lateral al benzii; *7* — dispozitiv pentru tensionarea benzii; *b* — mecanismul de readucere al benzii: *1* — cilindru de antrenare; *2* — bandă transportoare; *3* — cilindru suport bandă; *4* — cilindru pneumatic cu piston; *5* — drosel pneumatic pentru reglarea vitezei de ridicare a ultimului cilindru suport bandă; *6* — ultimul cilindru suport bandă; *7* — ventil pneumatic.

dată de primul cilindru de susținere al benzii — în sensul de înaintare al benzii — care se ridică ultimul. La capătul cursei sale acționează un ventil pneumatic pentru coborîrea raclurilor. Prin această succesiune de operații, de ridicare a cilindrilor suport, se asigură securitatea sistemului, datorită coborîrii raclurilor, numai după ce întregul ansamblu de cilindrii suport-bandă a fost ridicat. Viteza de ridicare se poate regla prin intermediul unui ventil pneumatic, montat pe circuitul pneumatic, în fața cilindrului.

După terminarea imprimării se ridică întîi raclurile, și după un anumit timp, asigurat prin relee de timp, coboară și banda transportoare.

Aceste operații de ridicare a raclurilor și coborîre a benzii se efectuează în timpul staționării mașinii și în mod excepțional la viteze mici ale benzii transportoare.

Acționarea benzii și a șabloanelor se efectuează de către un motor de curent continuu (fig. 425).

A doua bandă transportoare, în uscător, constituie suportul materialului textil în pasajele *1* și *2* (fig. 426).

În al treilea pasaj, materialul textil imprimat și uscat poate fi condus și cu role de conducere. Prin acest sistem mixt (bandă-role de conducere)

se evită tensionarea materialului, aspect foarte important pentru tricoturi. Banda transportoare a materialului este confecționată din fire poliesterice, prin a cărei orificii poate trece cu ușurință aerul în timpul procesului de uscare. Vitezele celor două benzi sînt astfel sincronizate încît

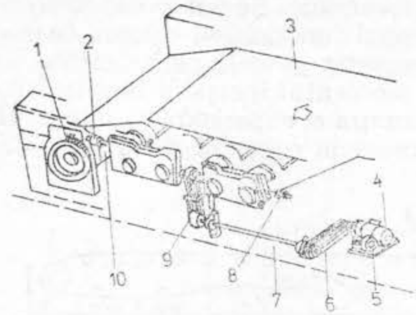


Fig. 425. Acționarea benzii:
1 — antrenare melcată; *2* — cuplaj pneumatic; *3* — bandă transportoare; *4* — motor principal de antrenare; *5* — ventilator de răcire; *6* — transmisie cu curea; *7* — arbore de transmisie; *8* — arbore principal (acționat); *9* — transmisie cu curea; *10* — cilindri de antrenare ai benzii transportoare.

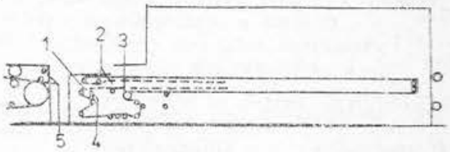


Fig. 426. Partea de uscare:
1 — bandă transportoare; *2* — reglajul benzii; *3* — antrenarea benzii; *4* — dispozitiv de tensionare; *5* — dispozitiv de sincronizare a vitezei.

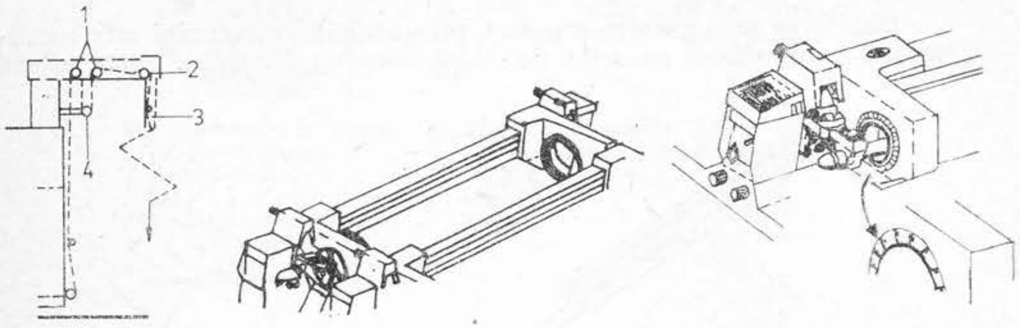
materialul trece de pe o bandă pe alta fără nici un fel de tensionare, sincronizare ce se realizează prin intermediul a două fotocelule, care comandă reglarea motorului ce antrenează banda transportoare. Reglarea se bazează pe modificarea fasciculelor de lumină ale fotocelulelor în funcție de viteza țesăturii din camera de uscare, respectiv a întreruperii uneia din cele două fascicole. Așa de exemplu, dacă se întrerupe fascicolul inferior, determinat de viteza maximă a benzii din urcător, electromotorul de antrenare al acesteia își mărește turația. La întreruperea fascicolului superior de lumină din cauza vitezei mai mare a benzii din uscător, electromotorul de antrenare își micșorează turația. Viteza benzii transportoare a uscătorului se poate regla și independent de viteza benzii mașinii de imprimat, astfel că la orice viteză a acesteia să se poată regla mașina, corespunzător spațiului dintre cele două benzi.

Partea de la ieșirea materialului din mașină (fig. 427) este echipată cu dispozitive pentru conducerea și depunerea în falduri.

Șablonul, în construcția mașinii, reprezintă elementul determinant în procesul de imprimare, grație căruia prin realizarea lui din nichel fără cusutură a fost posibilă transpunerea în practică a procesului continuu de imprimare cu șabloane rotative pe benzi transportoare plane. Fiecare șablon este susținut de un suport (fig. 427, *a*) care servește și la tensionare, reglare și antrenarea șablonului.

Întinderea șablonului în lungul axului în vederea obținerii unei rezistențe mai mari a suprafeței șablonului și evitarea deformării lui se realizează pe cale pneumatică, cu ajutorul unui sistem pneumatic, a cărui presiune necesară pentru reglarea tensiunii, variază între 4,2—5 bari.

Sistemul de antrenare al șablonului permite și reglarea de raportare, adică o rotație de cîteva grade înainte și în sens invers în timpul imprimării. În general, viteza periferică a șablonului, trebuie să fie în concordanță cu viteza benzii de transport a materialelor textile. Electromotorul de antrenare principală a mașinii, antrenează atît banda de imprimare cît



a b c

Fig. 427. Partea de ieșire a materialului din mașină :
a — schema de principiu : *1* — cilindrii de conducere ; *2* — cilindrii de tragere ; *3* — depunător ; *4* — compensator de viteză ; *b* — dispozitiv de introducere și fixare a șabloanelor ; *c* — sistem de punere în raport a desenului.

și șabloanele. Viteza benzii de imprimare este cu 2—4% mai mare decît viteza periferică a șabloanelor, creindu-se astfel tendința de tragere, de rotație a șabloanelor în scopul unei raportări mai precise.

Raportarea șabloanelor (fig. 427, *b*) cuprinde ansamblul de operații de reglare, exercitată asupra poziției șabloanelor în așa fel încît diferitele culori imprimate să coincidă cu modelul, cu maximum de precizie. Raportarea se realizează în două trepte : înainte de imprimare în timpul prinderii șablonului ; în timpul imprimării în vederea realizării unor rapoarte perfecte. Pentru introducerea și prinderea rapidă a șablonului, pe cuplul de antrenare al acestuia, sînt prevăzute unele gradații și semne de poziționare. Reglarea de raportare a șabloanelor cuprinde : reglarea în lungime, în lățime și în unghi. Reglarea în lungime se realizează prin mișcarea de rotație a șablonului într-un sens sau altul pentru poziționarea culorii șablonului față de celelalte culori imprimate cu șabloane. Reglarea în lățime constă în deplasarea pe direcția longitudinală a șablonului. Reglarea în unghi (fig. 427) se bazează pe modificarea unghiului dintre două șabloane învecinate, respectiv a axei șablonului față de axa direcției de deplasare a materialului. Această reglare se realizează prin mișcarea rectilinie alternativă a capătului suport-șablon.

Sistemul de raclare. În poziție de lucru, racul presează pasta, prin orificiile rămase libere ale sistemului, alimentat de o conductă perforată acoperitoare în interiorul raclului, prin care se distribuie în mod uniform în fața lamei raclului.

Din punct de vedere constructiv, raclul (fig. 428), este format dintr-o carcasă din tablă de oțel inoxidabil, în care se găsesc conducătorii de ali-

mentare cu pastă și sistemul de prindere al lamei racluluí. Lama este prinsă în raclu cu ajutorul unui tub de cauciuc și al unei țevi de fixare.

În poziția de lucru coborît, lama raclului se îndoaie și formează un unghi ascuțit cu suprafața șablonului. Unghiul de înclinare se poate regla la diferite valori de presare, prin modificarea poziției sistemului suport-raclu.

Debitarea prin presare a pastei, prin orificiile șablonului este condiționată de presiunea exercita de lamă asupra șablonului. Pasta aflată

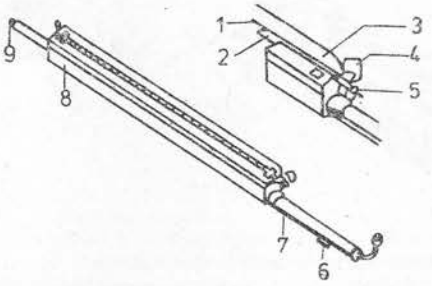


Fig. 428. Construcția raclului: 1 — tub cauciuc de fixare a benzii raclului; 2 — țeavă de fixare; 3 — banda raclului; 4 — răzuitor margine; 5 — ventil; 6 — pană de fixare; 7 — țeavă de alimentare cu pastă de imprimat; 8 — carcasă; 9 — capac

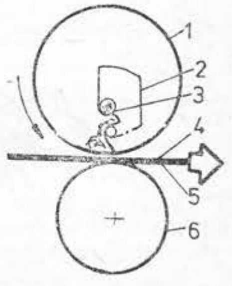


Fig. 429. Sistemul de presare a pastei prin orificiile șablonului: 1 — șablon; 2 — raclu; 3 — pastă de imprimare; 4 — material de imprimat; 5 — bandă transportoare; 6 — cilindru suport, de sprijin.

în unghiul de presare format de raclu și șablon este presată în permanență, în timpul rotirii, prin orificiile șablonului (fig. 429). Mărimea orificiilor trebuie să asigure trecerea pastei de diferite vîscozități. Pe ambele capete ale raclului în dreptul benzii (lamei) de raclu se află plăcuțe răzuitoare din material plastic pentru evitarea curgerii pastei de imprimare peste nivelul lamei de raclare.

Ridicarea și coborîrea raclurilor este asigurată de un sistem pneumatic. Cilindrul pneumatic servește la coborîrea raclului în poziție de lucru și la menținerea lui în această poziție de presare. În poziție de repaus, cilindrul pneumatic nu se află sub presiune și astfel arcul de revenire aduce raclul în poziție superioară.

Sistemul de alimentare cu pastă este format dintr-o pompă, sistemul de reglare al învelișului și dispozitivul de spălare (în vederea trecerii la imprimarea cu alte culori).

Pompa (fig. 430) aspiră din rezervor și debitează prin raclu în șablon, iar după terminarea imprimării transferă pasta rămasă din raclu în rezervor. Pompa cu roți dințate este formată dintr-o coroană dințată și o roată dințată care se rotește în interiorul acesteia. Coroana dințată este antrenată și deci antrenează roata care se află în interiorul ei, amplasată excentric față de carcasă. Astfel, la rotația coroanei dințate, dinții roții ies din golurile coroanei, în partea de aspirație, creind astfel o depresiune și aspirînd pasta, refulînd în partea cealaltă (cea de refulare). Dinții roții

dințate intră în golurile coroanei, refulînd pasta aflată în goluri și creind presiunea care transportă pasta.

Reglarea nivelului se realizează prin sistemul cuplare, executat prin intermediul unei lamele — sesizor la stabilirea contactului cu pasta sau

Fig. 430. Pompa de alimentare a pastei:
1 — roată dințată; *2* — refulare; *3* — carcasa pompei; *4* — coroană dințată; *5* — aspirație.

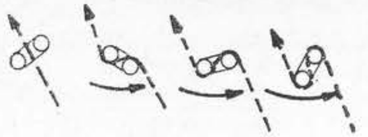


Fig. 431. Dispozitiv pentru tensionarea materialului.

la întreruperea acestuia, mișcări transmise sistemului de acționare al pompei.

Curățirea pompei și a tubulaturii de aspirație și refulare după imprimare se efectuează prin sistemul de clătire spălare și se efectuează cu sau fără recuperarea apei, prin utilizarea unor filtre.

Pentru spălarea benzii transportoare instalația de la partea inferioară a benzii este presată pe cale pneumatică spre suprafața benzii. Și în acest caz spălarea se face cu sau fără recuperarea apei.

Încălzirea apei de spălare se realizează cu ajutorul unui sistem amestecător — abur — apă.

Dispozitivul pentru tensionarea materialului (fig. 431), reglează tensionarea prin modificarea poziției celor două bare, prinse pe un suport comun, modificînd astfel rezistența opusă în deplasarea materialului textil.

O tensiune prea mare prezintă următoarele dezavantaje:

— încărcarea electrostatică a barelor dispozitivului de tensionare, datorită căreia se depune praf și scamă, care ulterior sînt preluate de materialul textil;

— lipirea defectuasă a materialului textil pe banda transportoare;

— banda transportoare este încălzită cu radiații infraroșii.

Pe mașină se pot imprima țesături și tricoturi din fire naturale sau sintetice cu lățimi de lucru de la 1 620; 1 850; 2 400; 3 200 mm, cu o viteză de 4—60 m/min, la rapoarte de imprimare de 48—102 mm cu 6—16 culori.

Antrenarea materialului prin mașină. Transportul materialului textil este asigurat prin motorul de curent continuu. Viteza de transport a materialului este reglabilă în mod continuu între valorile 0 și 80 m/min, cu menținerea constantă a tensiunii din material.

Motoarele de curent continuu M_1, M_2, M_3 și M_4 (fig. 432) antrenează părțile de intrare, banda transportoare, mașina de imprimat, banda uscător, partea de ieșire.

Electromotorul de reglare M_5 și transformatorul de reglare TI, antnater de regulatorul de viteză electronic A, reglează lumina de exci-

tație a motoarelor de antrenare de la 0 la 400 V, prin redresorul U_1 și astfel se obține reglarea vitezei instalației de la 0 la 80 m/min. Motoarele de curent continuu M_1, M_2, M_3 și M_4 sînt cu înfășurarea de reglaj în serie ; sincronizarea motoarelor conduse M_1, M_3 și M_4, cu electromotorul M_2 se face prin cîmpurile KJ_1, KJ_2, KJ_3 și KJ_4. Transformatorul de

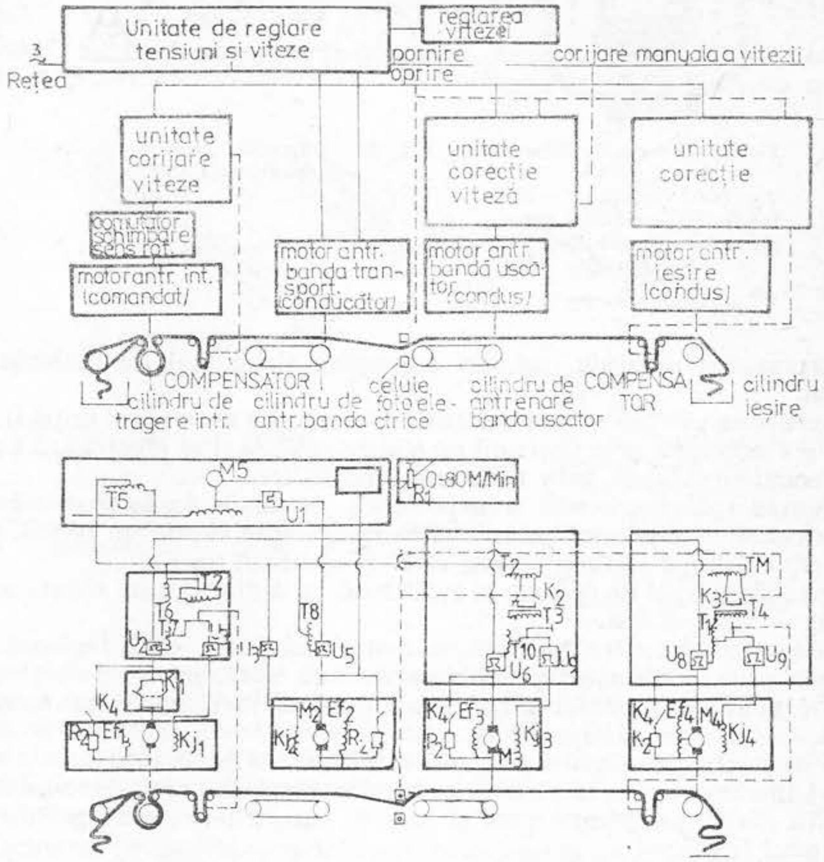


Fig. 432. Antrenarea materialului prin mașină.

reglaj T_5, alimentează cîmpurile de șuntare cu 250 V c.a., care se redresează. Compensatorul *1* și transformatorul *T* sincronizează turațiile electromotoarelor M_1 și M_2.

Sincronizarea turațiilor electromotoarelor M_3 și M_4 pe de o parte, respectiv M_2, se realizează astfel : fotocelulele montate între banda de imprimare și banda uscătorului acționează asupra contactoarelor K_2 și K_3. Acestea cuplează electromotorul M_3, prin transformatorul de reglare T_8, respectiv electromotorul M_4, prin transformatorul de reglare T_{10}, acționindu-le la o turație mai mare sau mai mică decît a motorului conducător M_2.

Transformatorul T_3, reglabil manual și autotransformatorul T_4, acționat de compensatorul K_2, reglează tensiunea de alimentare a electromotorului M_2.

Rezistențele de frînare R_2, după decuplarea electromotoarelor M_1 pînă la M_2, produc o oprire rapidă a acestora. Butoanele de oprire a instalației includ contactele K_4, punînd astfel în acțiune rezistențele de frînare R_2 și protejînd redresoarele R_8 și R_9.

Reglarea vitezei de imprimare se realizează cu ajutorul rezistențelor de reglare R_1 de la pupitrul de comandă. Domeniul de reglare este cuprins între 0 și 80 m/min. Viteza minimă este reglată la 44 m/min.

Rezistența de reglare R_1, prin regulatorul electronic de viteză *1*, cuplează electromotorul de reglare *5*, și transformatorul *TI* prin redresorul R_1, producînd un curent continuu de tensiune 0—440 V. Regulatorul *A* compară viteza reglată cu ajutorul rezistenței R_1 — deci valoarea prescrisă cu cea reală ceea ce se materializează ca tensiune a motorului M_2 și produce semnalul corespunzător necesar electromotorului M_5.

Antrenarea benzii de imprimare. Electromotorul M_2 antrenează banda de imprimare, fiind motorul conducător al instalației. Transformatorul de reglare T_2, se reglează la valoarea corespunzătoare mersului sincron al instalației.

Puterea totală a motorului pentru partea de alimentare este compusă din : 1,7 kW pentru antrenarea principală, 14 kW pentru pompa de paste 0,55 *n* . Șablonul pentru pompa de pastă 1,1 kW pentru pompa de apă 2,2 kW, pentru aspirația scamelor 4 kW, pentru placa de încălzire 11,7 kW, pentru încălzirea benzii 18 kW, pentru ventilator cu recirculare pe un cimp de 30 kW, pentru ventilatorul de exhaustare 2,5 kW.

17.2. UTILAJE PENTRU IMPRIMARE CU CILINDRI GRAVAȚI

Mașinile de imprimat după construcția organelor principale de lucru sint : cu cilindri cu gravură reliefată și cu gravură în adîncime.

17.2.1. Mașini de imprimat cu cilindri cu gravură reliefată

Aceste mașini se bazează pe următorul principiu : pe țesătura mișcată continuu cu ajutorul unui cilindru presor se aplică in mod continuu pasta de imprimat de pe un număr variabil de cilindri gravați în relief, care sint alimentați in mod continuu de o bandă fără fine din căzile cu pastă. Banda fără fine este confecționată din țesătura de lînă.

Mașina prezintă dezavantajul unui consum mare de pastă prin banda transportoare și ocupă spațiu mare pentru amplasare. Ea se mai utilizează încă pentru imprimarea tapetelor și mușamalelor.

17.2.2. Mașini de imprimat cu cilindri din metal cu gravură în adîncime

Aceste mașini au un număr de cilindri de imprimat (1—16) amplasați în jurul unui cilindru presor. La mașinile moderne, fiecare cilindru de im-

primat este prevăzut cu un cilindri presor. În ambele cazuri, fiecare cilindru de imprimat este prevăzut cu un sistem propriu de alimentare cu pastă. Cilindri de imprimat sînt presaţi asupra cilindrului presor şi deci, asupra ţesăturii, fapt ce determină trecerea şi pătrunderea pastei din gravură în ţesătură.

Maşinile de imprimat cu cilindri gravaţi în adîncime sînt de două tipuri : cu pînză însoţitoare şi fără pînză însoţitoare. Utilizarea maşinilor de imprimat cu sau fără pînză însoţitoare, este determinată de natura ţesăturii, de felul pastelor de imprimat şi de mărimea desenului.

17.2.2.1. Maşina de imprimat cu un cilindru

Părţile principale ale maşinii de imprimat cu un singur cilindru sînt (fig. 433) : cilindrul presor, cilindrul de imprimat, raclul, contraraclul, cada cu pastă, cilindrul transportor de pastă.

Cilindrul presor, gol în interior — uneori răcit cu apă — închis la ambele capete, este construit din fontă. Diametrul lui variază în funcţie de numărul cilindrilor de imprimat, crescînd cu numărul acestora.

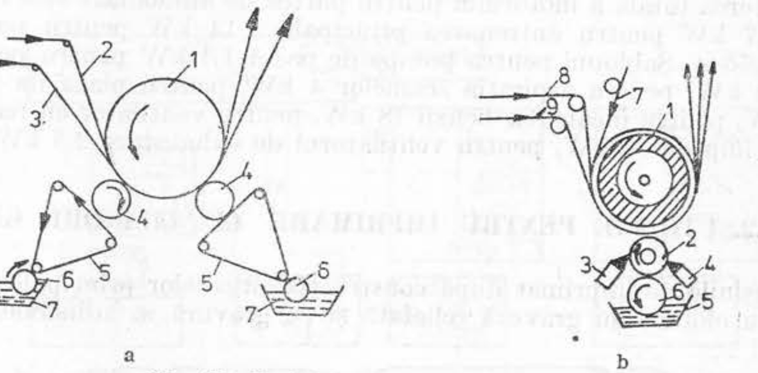


Fig. 433. Maşini de imprimat cu cilindri : *a* — maşina de imprimat cu cilindrii gravaţi în relief : *1* — cilindru presor ; *2* — pînză însoţitoare ; *3* — ţesătură ; *4* — cilindru de imprimat ; *5* — bandă transportoare ; *6* — cilindru transportor pastă ; *b* — maşina de imprimat cu cilindrii cu gravură în adîncime : *1* — cilindru presor ; *2* — cilindru de imprimat ; *3* — raclu ; *4* — contraraclu ; *5* — cadă cu pastă ; *6* — cilindru transportor de pastă ; *7* — pastă ; *8* — pînză însoţitoare ; *9* — ţesătură de imprimat.

Cilindrul presor este antrenat prin fricţiune de cilindrul de imprimat care este puternic presat pe cilindrul presor.

Pentru asigurarea unei suprafeţe moi şi elastice, cilindrul presor este înfăşurat strîns în 10—15 straturi cu o pînză specială de semilînă care are o lăţime mai mare decît lăţimea ţesăturii ce urmează a fi imprimată. Stratul elastic protejează gravura cilindrului de imprimat. Peste el în timpul lucrului trec trei straturi de ţesătură în mişcare ; primul din pîslă cusută în formă de pînză fără fine ; al doilea o ţesătură crudă pîrlită, numită pînză însoţitoare, al cărui rol este de a proteja primul strat de eventualele pete de pastă ; al treilea fiind ţesătura supusă imprimării, care

vine în contact pe partea pe care se imprimă cu cilindrul gravat. Postavul asigură o elasticitate cît mai bună între cei doi cilindri și antrenează pînza însoțitoare și țesătura prin mașină, după trecerea lor de cilindrul presor.

Cilindrul de imprimat poartă pe suprafața sa laterală desenul gravat în adîncime. Este confecționat din cupru sau alamă, cu diametrul de 150–160 mm, gol în interior, cu grosimea pereților de 10–30 mm și adîncimea gravurii 0,3–0,4 mm, deschis la ambele capete. Partea goală din interior are o formă conică necesară fixării fusului prin fretare sau presare la rece. Se folosesc și cilindri cu miez din oțel sau fontă, pe care se depune prin electroliză un strat subțire, de cîțiva mm, de cupru. Pentru a mări duritatea lor peste stratul de cupru se depune un strat de crom. În tehnologiile moderne gravarea cilindrilor se realizează pe mașini hidraulice cu palpare electronică.

Raclul este o lamă subțire, netedă, din oțel inoxidabil, acoperită cu un strat de lac și prinsă între două platbande — una de oțel terminată la capete cu fuse pentru sprijinit în lagăre și cealaltă din cupru care vine în contact cu pasta. El rade excesul de pastă de imprimat de pe suprafața cilindrului de imprimat, pe care îl readuce în cadă și curăță suprafața laterală a cilindrului de imprimat de scame și impurități. Raclul apasă elastic asupra cilindrului de imprimat pentru ca acțiunea lui de raclare să rămînă constantă. Lama lui este orientată în sensul rotației cilindrului de imprimat.

Raclul în timpul lucrului execută o mișcare rectilinie alternativă de-a lungul cilindrului de imprimat, mișcare necesară pentru a proteja gravura cilindrului de zgîrieri și însăși raclul de uzură neuniformă. Această mișcare se realizează cu ajutorul unui dispozitiv special, numit conducătorul raclului, care este acționat de un motor electric separat sau de la transmisia mașinii de imprimat.

Contraraclul este format dintr-o lamă de cupru sau alamă, de dimensiuni apropiate de ale raclului și se montează astfel încît lama lui să fie orientată în sens opus mișcării cilindrului de imprimat. Prin utilizarea cuprului sau alamei, uzura cilindrului de imprimat sub acțiunea contraraclului este mică. El vine în contact cu cilindrul de imprimat, după ce acesta a cedat țesăturii pasta de imprimat și curăță fibrele, impuritățile și praful, pentru ca acestea să nu ajungă în cada cu pastă. Ele sînt colectate într-o cadă mică situată sub contraraclu.

Cada cu pasta de imprimat este confecționată din tablă de oțel și are o capacitate mică (15–20 kg pastă). Amplasată sub cilindrul de imprimat pe un suport special, poziția ei poate fi reglată față de cilindrul de imprimat.

Transportorii de pastă sînt simpli cilindri de diametre mici, înfășurați într-o pînză subțire, sau clindri cu perii din fibre sintetice. Cilindrii cu perii sînt necesari în cazul pericolului de înfundare totală a adîncimii gravurii cilindrilor de imprimat sau cînd țesătura supusă imprimării are scame. Axele lor sînt fixate în pereții căzii cu pastă, în lagăre mobile.

Dispozitivul pentru reglarea gradului de presare (fig. 434) este format din două balansoare așezate la partea inferioară a mașinii, sub extremitatea cilindrului de imprimat. Fiecare balansor este format dintr-un sis-

tem de pîrghii prin intermediul căruia se transmite presiunea cilindrului de imprimat asupra cilindrului presor.

Dispozitivul permite două reglări : una în cadrul aceluiaşi desen (acelaşi cilindru de imprimat) şi alta la schimbarea cilindrului de imprimat în funcţie de conturul desenului, prin modificarea greutăţilor de pe suport.

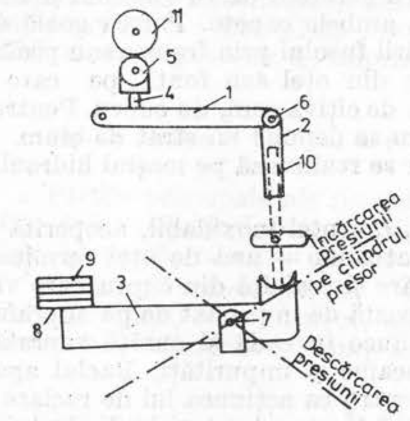


Fig. 434. Dispozitiv pentru reglarea gradului de presare :
1, 2, 3 — pîrghii ; *4* — lagărul cilindrului de imprimat ; *5* — cilindru de imprimat ; *6* — articulaţie fixă ; *7* — centru de oscilaţie ; *8* — suport pentru greutăţi ; *9* — greutăţi ; *10* — şurub ; *11* — cilindru presor.

Balansorul atenuează şi trepidaţiile pe care le suportă cilindrul atunci cînd între cilindrul de imprimat şi cilindrul presor trec cusăturile ţesăturii de imprimat şi ale pînzei însoţitoare.

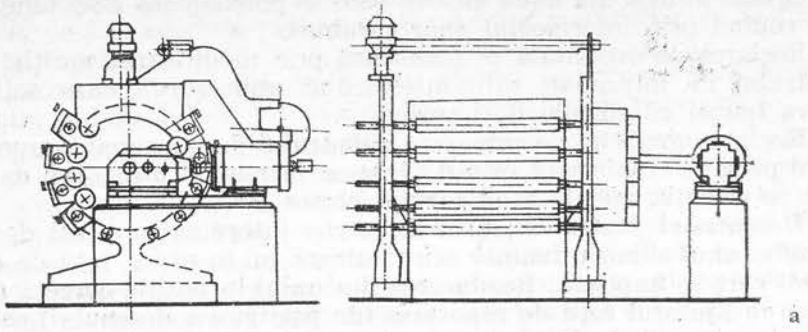
17.2.2.2. Maşini de imprimat cu mai mulţi cilindri

Aceste maşini pot imprima 2—16 culori. Mecanismul de imprimat (cada, cilindrul transportor de pastă, cilindrul de imprimat, racluł, contraraclul) se repetă de un număr de ori egal cu numărul de culori. Ele sînt aşezate în jurul cilindrului presor (fig. 435, *a* şi *b*).

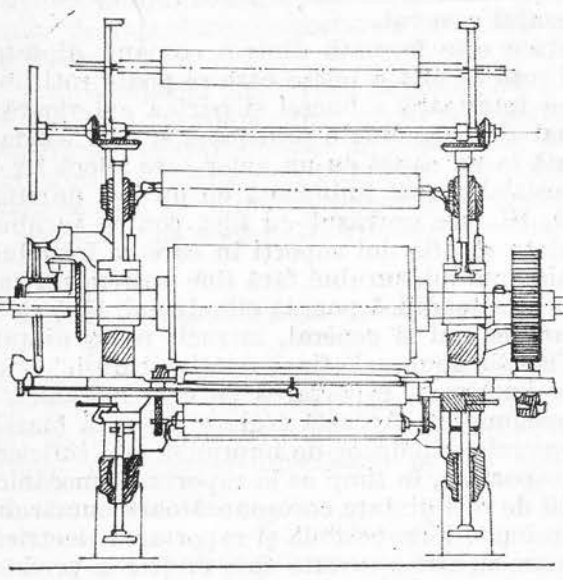
Maşinile cu mai mulţi cilindri prezintă următoarele particularităţi constructive în comparaţie cu maşinile cu un cilindru : gradul de presare intercilindric se realizează prin arcuri ; cilindrul presor este acţionat prin fricţiune de cilindri de imprimat ; la maşinile cu un cilindru, cilindrul presor era acţionat şi antrena prin fricţiune cilindrul de imprimat ; are în plus mecanismul pentru reglarea şi raportarea desenului, fig. 436.

Mecanismul pentru reglarea şi raportarea desenului are rol de a coordona mişcarea tuturor cilindrilor de imprimat, deoarece fiecare dintre ei imprimă o anumită parte a desenului şi deci trebuie să ocupe o anumită poziţie. În principiu, reglarea se realizează prin modificarea poziţiei cilindrului de imprimat prin mişcări rectilinii (pe orizontală, pe verticală şi pe direcţia radială a cilindrului presor) şi de rotaţie ale cilindrului de imprimat (fig. 436, *a* şi *b*).

Mecanismul pentru mişcări rectilinii. Reglarea pe verticală se realizează cu un dispozitiv care poate deplasa pe verticală fiecare capăt al cilindrului de imprimat, pentru asigurarea poziţiei lui orizontale. Dispo-

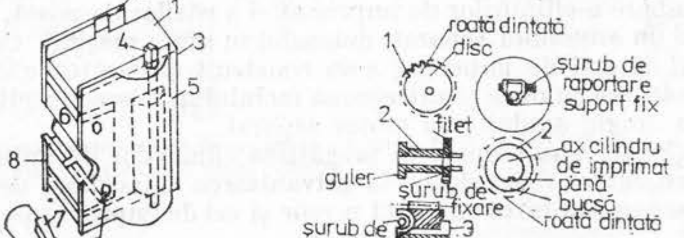


a



b

Fig. 435. Maşina de imprimat cu mai mulţi cilindri: *a* — ansamblul maşinii; *b* — ansamblu constructiv.



a b

Fig. 436. Mecanismele maşinii de imprimat:

a — pentru reglarea pe direcţie verticală şi orizontală: *1* — corpul mecanismului; *2*—*3* — plăcuţe de ghidare; *4* — şurub; *5*—locaşul şurubului; *6* — suportul bucşei; *7* — pană; *8* — locaş pentru fixare; *9* — şurub pentru reglare pe orizontală. *b* — raportarea desenului prin mişcarea de rotaţie: *1* — roată dinţată; *2* — bucşă; *3* — inel de cupru.

zitivul este format din două glisiere care se pot deplasa de-a lungul unui corp comun prin intermediul unor șuruburi.

Reglarea pe orizontală se realizează prin modificarea poziției axului cilindrului de imprimat, prin intermediul unui șurub care acționează asupra bucșei cilindrului de imprimat.

Reglarea gradului de presare a cilindrului de imprimat asupra cilindrului presor se realizează prin deplasarea întregului mecanism de imprimare pe direcția radială a cilindrului presor.

Mecanismul pentru mișcarea de rotație intervine în cazul deplasării desenului unui cilindru înainte sau rămînerii lui în urmă, față de desenul general care se imprimă. Readucerea desenului în poziție corectă se efectuează cu ajutorul roții de raportare (de potrivire a desenului) care permite mișcarea cilindrului de imprimat în ambele sensuri, fără ca cilindrul să se demonteze din angrenajul general.

Roata dințată de raportare este formată dintr-o coroană dințată: în partea centrală a discului roții se află o bucșe care se poate roti liber față de roata dințată. Partea interioară a bucșei și partea exterioară a axului cilindrului de imprimat sînt asamblate prin pană și deci solidare între ele. Bucșa este prevăzută la un capăt cu un guler care aderă fix la butonul roții dințate, iar la celălalt capăt îmbrăcată cu un inel de cupru fixat de bucșă prin șuruburi. El este prevăzut cu filet pentru șuruburi fără fine. Pe discul roții dințate se află doi suporți în care se introduce șurubul de raportare. Prin mișcarea lui, șurubul fără fine antrenează inelul de cupru și deci și bucșa, care modifică poziția cilindrului, fără ca să se miște roata dințată din angrenajul ei general, întrucît roata dințată este montată liber pe bucșă, iar șurubul melc fixat de discul roții.

La mașinile moderne de imprimat, raportarea pe cale mecanică a fost înlocuită cu raportare pneumatică. Această reglare prezintă marele avantaj, că pentru toate diametrele cilindrilor de imprimat este suficient un singur complet de roți de raportare, în timp ce la raportarea mecanică sînt necesare o serie de colecții de roți dințate corespunzătoare numărului garniturilor de cilindri de imprimat. Este posibilă și raportarea electrică.

Alte perfecționări, ulterioare au fost orientate spre creșterea productivității prin mărirea vitezei de imprimare (ca urmare a înlocuirii lagărelor de alunecare prin lagăre de rostogolire) și de asemenea prin reducerea duratei de schimbare a cilindrilor de imprimat și a căzilor cu pastă, prin montarea lor pe un ansamblu separat, detașabil în afara mașinii. Corespunzător creșterii vitezei de imprimat s-au construit și uscătoare cu spirală dublă și uscătoare cu duze și antrenarea raclului în mișcare rectilinie alternativă de-a lungul axului prin motor separat.

Perfecționări s-au adus și în pregătirea cilindrilor de imprimat, mai ales la transpunerea desenelor și la galvanizarea cilindrilor; de asemenea la realizarea presării între cilindrul presor și cel de imprimat pe cale pneumatică.

Pentru fixarea cilindrilor de imprimat în locul presării axelor conice, confecționate din cupru masiv — sistem greoi care duce la degradarea prematură a cilindrilor de imprimat — s-a introdus sistemul de „ax arc-press". În acest sistem axul se prelungește cu un cilindru elastic cu lamele din oțel, iar asamblarea se realizează prin introducerea aerului comprimat în ax, legătura ax — cilindru de imprimat devenind astfel rigidă.

Prin alte sisteme asamblarea se realizează tot aşa de rigid prin arcuri de întindere, pe axe speciale sau cu ajutorul unor conusuri care se fixează numai la capete.

În toate aceste cazuri de fixare, pentru imprimare este necesară o presiune mai mică decît în cazul fixării cilindrilor de cupru pe ax.

De asemenea, în locul sistemului clasic, greoi, de raportare cu ajutorul roţilor de raport s-a introdus (firma Kleine-Wefers) sistemul de raportare cu mecanism diferenţial, care datorită variaţiei rotaţiei permite aducerea la raport prin comandă de la pupitru, în timpul funcţionării maşinii. Firma Dick realizează aceeaşi operaţie, tot de la pupitru de comandă, prin motoare mici pentru fiecare raport la fiecare cilindru. În cazul raportării prin mecanisme de raportare cu dinţi înclinaţi este posibilă şi schimbarea cilindrilor de imprimat indiferent de diametru, fără a fi nevoie de schimbarea roţilor de raportare. Raportarea desenului se poate realiza prin comenzi electronice.

După schema cinematică de acţionare a maşinii (fig. 437), de la motor, printr-o transmisie prin curea şi o pereche de roţi dinţate, mişcarea este transmisă roţii dinţate principale, iar de la aceasta roţilor de raportare şi deci cilindrilor de imprimat, care antrenează cilindrul presor prin fricţiune. De la cilindrul presor prin transmisii intermediare, mişcarea se transmite la celelalte mecanisme ale maşinii de imprimat.

17.2.2.3. Maşina de imprimat pe ambele părţi ale ţesăturii

Această maşină reprezintă o agregare a două maşini de imprimat simple (fig. 438). Pe acelaşi suport al maşinii se găsesc doi cilindri presori, care se rotesc în sens invers. În jurul lor se montează mecanismele de imprimat de aceleaşi dimensiuni pentru ambii cilindri.

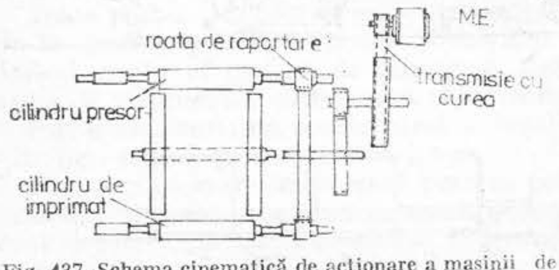


Fig. 437. Schema cinematică de acţionare a maşinii de imprimat cu mai mulţi cilindri.

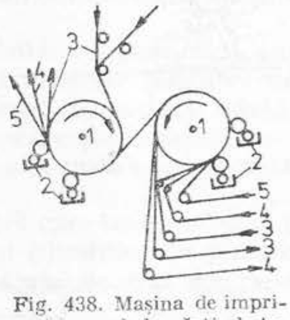
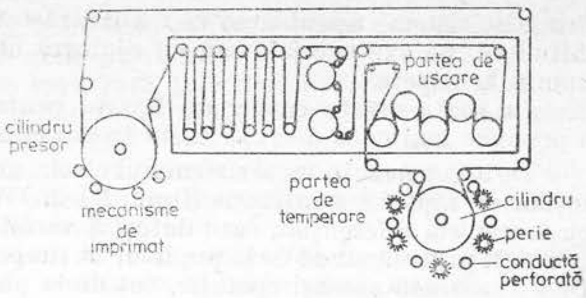


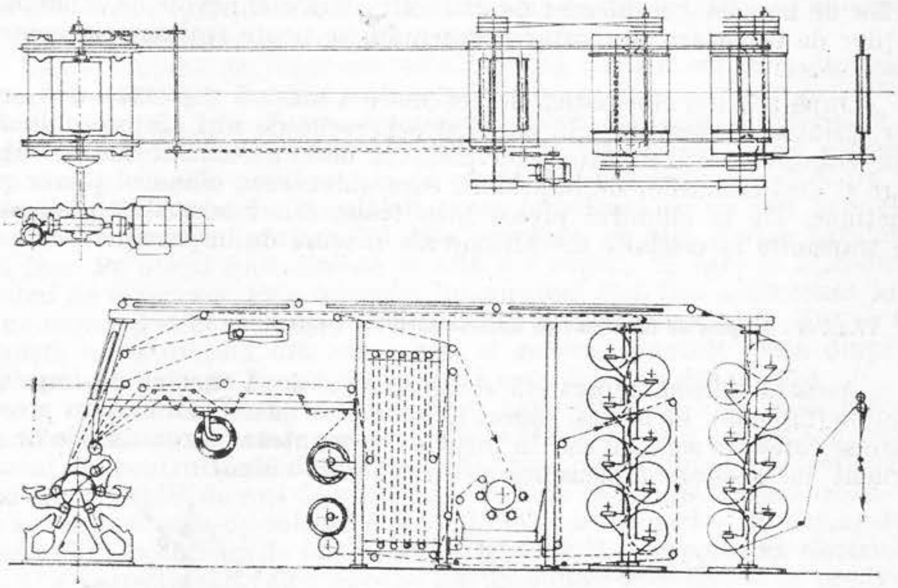
Fig. 438. Maşina de imprimat pe ambele părţi ale ţesăturii:
1 — cilindrii presori; *2* — mecanismul de imprimat; *3* — postav; *4* — pînză însoţitoare; *5* — ţesătură de imprimat.

Raportarea se aplică separat pentru cilindri de imprimat din jurul fiecărui cilindru presor, iar raportarea definitivă se efectuează concomitent la ambele garnituri ale cilindrilor de imprimat, cu ajutorul angrena-

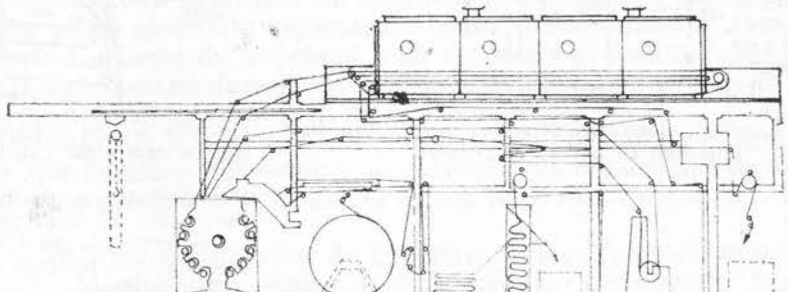
Fig. 439. Mașini de imprimat cu instalație pentru spălarea postavului:
a — mașina de imprimat cu instalație pentru spălarea postavului și uscător cu grup orizontal de cilindri; *b* — varianta cu grup vertical de cilindri pentru uscare; *c* — varianta cu compensatori tip pipă.



a



b



c

julului principal al primului cilindru presor care funcționează după principiul roții dințate de raportare.

Prin înlocuirea pînzei însoțitoare cu o țesătură deasă cauciucată — prevăzută cu hașururi fine care preiau surplusul de pastă (ce se îndepărtează prin spălare) — se prelungește durata ei de folosire.

17.2.2.4. Mașini de imprimat fără pînză însoțitoare

Aceste mașini pot fi cu instalații pentru spălarea postavului, cu cilindru presor cauciucat.

Mașina de imprimat cu instalație pentru spălarea postavului. Instalația pentru spălat, formată din două părți (partea de spălare și partea de uscare) este cuplată la mașina de imprimat de la care primește mișcarea. Unele instalații (fig. 439, *a*) sînt prevăzute cu : o parte de răcire amplasată între partea de spălare — uscare și mașină : cu un compensator cu role.

Instalația se bazează pe următorul principiu : postavul cusut în bandă fără fine, după ce a trecut prin mașina de imprimat este condus prin partea de spălare, partea de uscare, de răcire și din nou în mașina de imprimat.

Partea de spălare este formată dintr-un cilindru din oțel inoxidabil, acoperit cu cauciuc și cinci cilindri cu perii, între care se găsesc patru conducte perforate, așezate decalat în jurul lui. Cilindrii cu perii au o turație mai mare decît cilindrul mare și sînt acționați prin motoare separate. Ei pot fi apropiați sau îndepărtați de cilindrul de spălare pentru reglarea efectului de curățire.

Partea de uscare este formată din cilindri orizontali încălziți cu abur, care se rotesc liber în jurul axei lor.

Partea de răcire este alcătuită din doi cilindri orizontali prin interiorul cărora circulă apa.

Toate părțile instalației, cu excepția cilindrilor cu perii, sînt antrenate în mișcare prin intermediul postavului. El primește mișcarea de la cilindrul presor al mașinii de imprimat, deci intră în acțiune odată cu mașina de imprimat și antrenează cilindrii de uscare și de răcire.

Într-o altă variantă constructivă și funcțională, instalația se prezintă ca în fig. 439, *b* și *c*.

Pentru proiectare interesează puterea pompei care transferă apă prin conductele perforate, puterea necesară acționării cilindrilor cu perii, consumul de abur și al părții de uscare, necesarul de apă de răcire și puterea pentru antrenarea postavului.

Mașina de imprimat cu cilindru presor cauciucat. Funcționarea ei se bazează pe următorul principiu : spălarea continuă a cilindrului presor în timpul rotației sale cu ajutorul unui dispozitiv situat la partea sa superioară (fig. 440). Cilindrul presor este îmbrăcat pe suprafața laterală cu un strat de cauciuc cu grosimea de 20 mm, care asigură elasticitatea necesară. Dispozitivul așezat concentric cu cilindrul presor are forma unei carcase confecționată din oțel inoxidabil, așezată ermetic pe cilindrul presor. Partea superioară a carcasei este racordată la o pompă de vid, iar partea inferioară alcătuită dintr-o placă prevăzută cu canale oblice, pen-

tru obținerea aderenței pe suprafața cauciucată a cilindrului presor. Placa este prevăzută cu două fante prin care cilindrul presor comunică cu interiorul carcasei. Interiorul carcasei este împărțit în două compartimente (unul pentru alimentarea cu apă și altul pentru refularea apei de spălare, racordat la pompa de vid). Curățirea definitivă a suprafeței cauciucate a

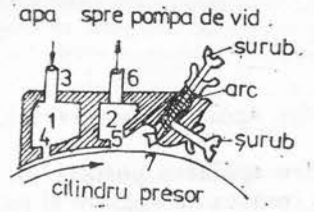


Fig. 440. Dispozitiv pentru spălarea cilindrului presor: *1,2* — compartimente; *3* — alimentare cu apă; *4,5* — fante; *6* — racord la pompa de vid; *7* — raclu.

cilindrului presor și îndepărtarea umidității de pe ea se realizează cu ajutorul unui raclu din cauciuc, presat pe suprafața cilindrului presor, prin intermediul unor șuruburi cu arcuri.

Sistemul de spălare poate asigura condiții bune de etanșare numai în cazul unor diametre mari ale cilindrului presor, adică pentru mașini de imprimat cu 6—8 cilindri de imprimat.

Din cauza uzurii suprafeței cilindrului presor sub acțiunea presiunii carcasei și a raclului, apar dificultăți de etanșare. De asemenea și în cazul pătrunderii corpurilor străine între cilindri și cămașă, fapt ce impune filtrarea în prealabil a apei.

Pentru calculul energetic al acestor instalații se stabilește: puterea pompei de alimentare a dispozitivului de spălare; puterea pompei de vid; puterea mașinii.

Pentru mașinile de imprimat cu cilindri gravați în adîncime, cu sau fără pînză însoțitoare, puterea se calculează în funcție de numărul cilindrilor de imprimat, ținînd seama de forțele de tracțiune și de freeare:

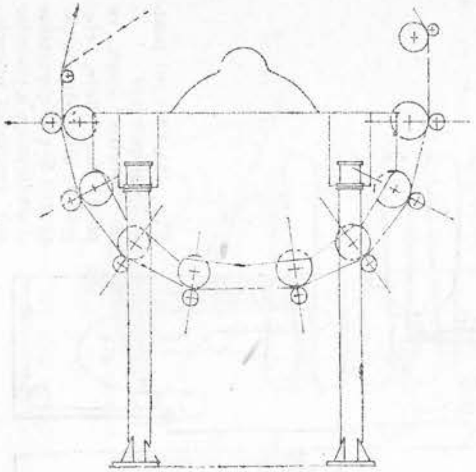
$$N_{tot} = \frac{N_n}{\eta_{trc}\,\eta_{rd}\,\eta_{lagar}\,\eta_{fr}},$$

în care: Nn este puterea pentru antrenarea unui cilindru de imprimat; z — numărul cilindrilor de imprimat; $\eta_{tr.c}$ — randamentul transmisiei prin curea; $\eta_{r.d}$ — randamentul transmisiei prin roți dințare; η_{lagar} — randamentul transmisiei prin lagăre; η_{fr} — randamentul transmisiei prin fricțiune.

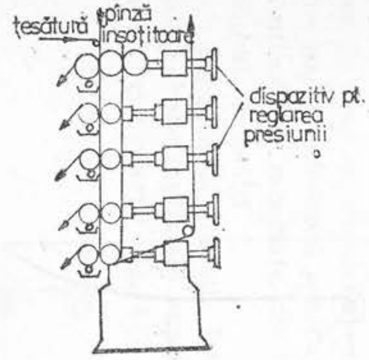
Pentru spălarea continuă a pînzei însoțitoare după fiecare trecere prin mașina de imprimat se folosesc instalații continue formate din: mașini de spălat în stare întinsă în lățime, calandru de stoarcere Aqvaroll și un compensator. Introducerea acestor instalații în locul secțiilor de spălare rentează și din punct de vedere al transportului, nu numai din punct de vedere al reducerii spațiului de amplasare.

17.2.2.5. Mașini de imprimat cu mai mulți cilindri presori

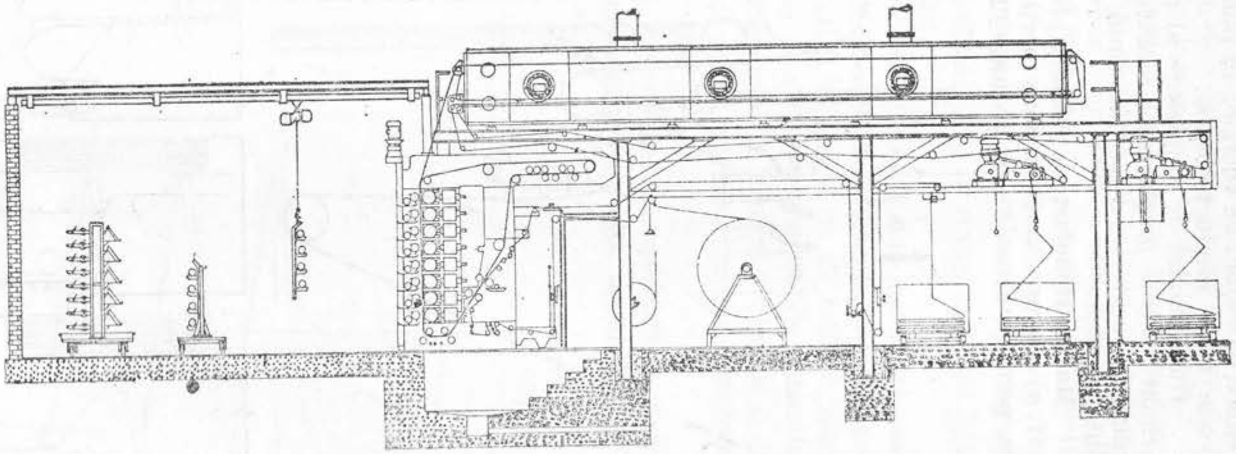
În unele construcții moderne s-a înlocuit cilindrul presor comun care avea un diametru mare, cu un număr de cilindri presori egali cu al cilin-



a



b



c

Fig. 441. Mașina de imprimat cu :
a — amplasarea cilindrilor pe o circumferință ; *b* — pe verticală ; *c* — ansamblul mașinii de imprimat cu cilindri amplasați pe verticală.

drilor de imprimat. Diametrul cilindrilor presori este mult mai mic, aproximativ egal cu diametrul cilindrilor de imprimat. Ca urmare a reducerii diametrului cilindrului presor, inerția lui în rotație este mai mică, deci se reduce consumul de energie; în plus se poate lucra la viteze mari, deci se poate mări productivitatea.

După modul de amplasare al perechilor de cilindri (presor și de imprimat), aceste mașini s-au construit în două variante: cu perechile de cilindri așezate pe o circumferință, cu perechile de cilindri așezate pe o linie verticală.

Mașina Heliofast cu cilindri presori așezați pe o circumferință (fig. 441, *a*) este prevăzută cu doi suporți; unul pentru cilindri presori și al doilea pentru mecanismele de imprimat.

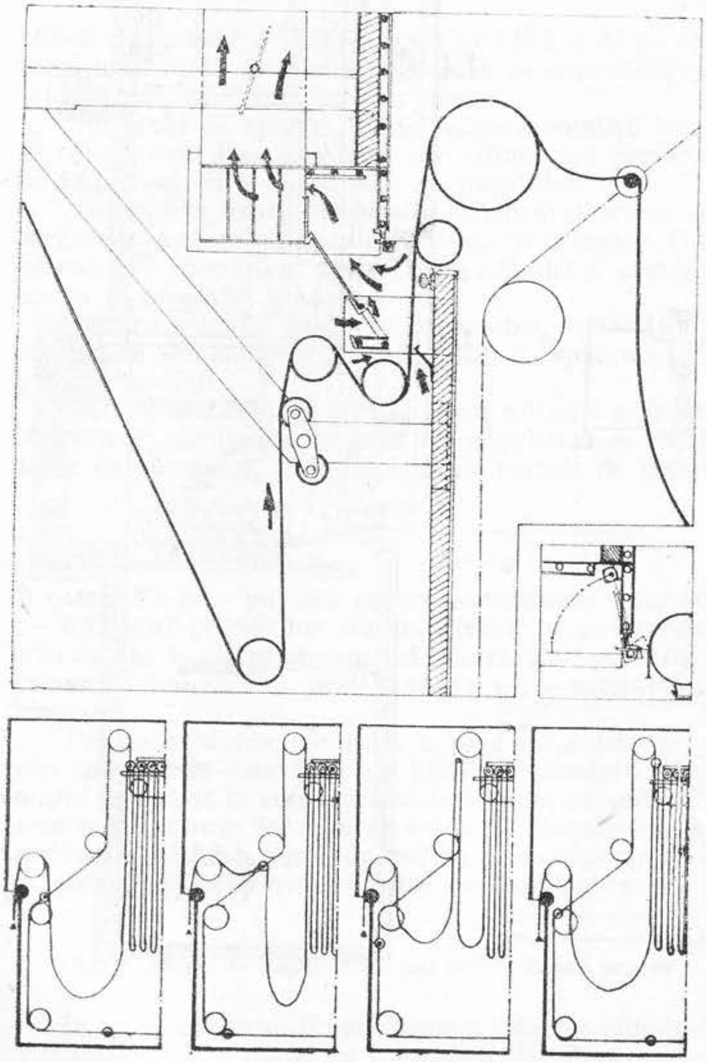


Fig. 442. Utilajul postimprimare:
a — aburitor Stork cu pliuri suspendate, etapele de alimentare a țesăturii cu role și variator și de formare a pliurilor sub greutatea proprie;

Mașinile cu perechile de cilindri așezate pe o linie verticală (fig. 441 *b* și *c*), prezintă o folosire mai rațională a spațiului și pe verticală, crescînd totodată posibilitatea de supraveghere a mașinii și de reglare a presiunii pe toată lungimea cilindrilor.

La aceste mașini, cilindrul presor este deplasat, presat asupra cilindrului de imprimat care este așezat în lagăre fixe. Gradul de presare se realizează pe cale hidraulică, fiind perfect uniform pe toată lungimea cilindrului. El este controlat la fiecare capăt al cilindrului cu ajutorul manometrelor. Ca urmare a modificărilor constructive, sînt îmbunătățite condițiile de lucru, pentru schimbarea cilindrilor de imprimat și a dispozitivelor de reglare și raportare.

Viteza țesăturii se poate regla în limite largi de la 0 la 100 m/min; consumul de energie este mai mic cu circa 50%, în comparație cu toate celelalte tipuri de mașini de imprimat.

La mașinile moderne „Brückner" crește precizia în cazul înlocuirii cilindrului presor comun cu cilindrii mici individuali îmbrăcați cu înveliș de cauciuc. Cilindri presori sînt montați la un unghi de 45° față de ramele fixe, în timp ce, cilindrii de imprimare se află pe rame mobile rabatabile spre partea inferioară pentru a putea schimba cu ușurință cilindrii și dispozitivele de raportare. Ei se găsesc pe un cărucior pentru transport, montat dedesubt.

Reglarea pe direcție laterală și raportarea se realizează automat. Utilajul postimprimare cuprinde aburitoare de diferite tipuri și mașini de spălat moderne (fig. 442, *a*, *b* și *c*).

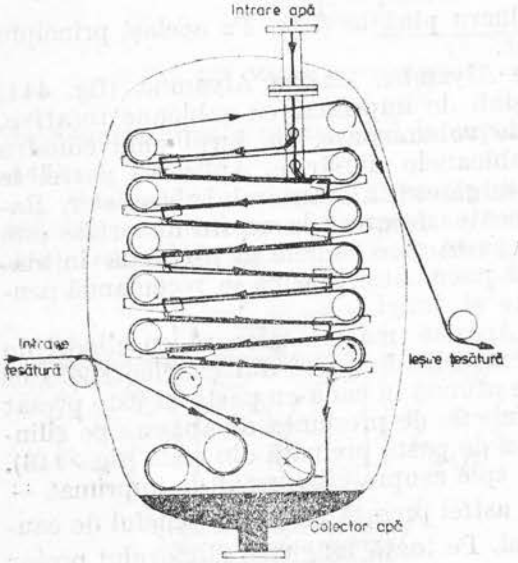


Fig. 442 *b* — mașina 100 plus agregată la utilajul continuu pentru spălare după imprimare;

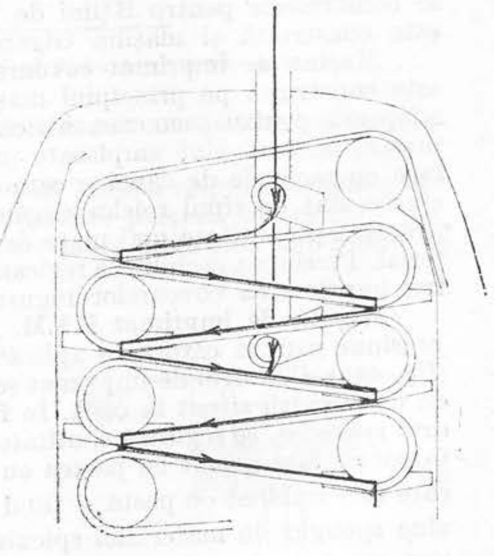


Fig. 442. *c* — detalii de alimentare cu apă la mașina 100 plus.

17.3. UTILAJE PENTRU IMPRIMAREA COVOARELOR

Dacă pentru vopsirea monocromă şi policromă cu desene, se poate aplica fie procedeul de vopsire discontinuă sau continuă, în bucată, pentru procedeul prin imprimare, exigenţele sînt mai mari, deoarece colorantul trebuie să pătrundă cît mai adînc în stratul fibros şi cît mai uniform, în vederea realizării unei bune vopsiri şi egalizări cu respectarea conturului desenului. Pentru imprimarea covoarelor se folosesc următoarele tipuri de utilaje :

Automatul de imprimare Zimmer, care lucrează după sistemul filmului etajat. Pasta se aplică cu un sistem de raclu magnetic cu role. Presiunea raclului cu role asupra covorului se poate adapta prin modificarea la alegere, a intensităţii cîmpului magnetic. Alimentarea cu pastă se realizează din recipienţii de rezervă prin conducte flexibile. Maşina (fig. 443)

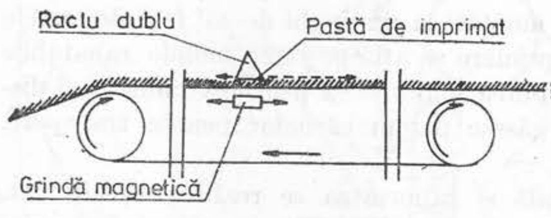


Fig. 443. Maşina automată Zimmer pentru imprimarea covoarelor.

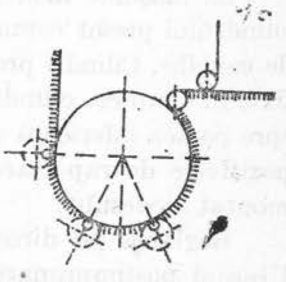


Fig. 444. Maşina Alyamba pentru imprimarea covoarelor.

se construieşte pentru lăţimi de lucru pînă la 5 m. Pe acelaşi principiu este construită şi maşina Gigant.

Maşina de imprimat covoare Alyamba. Maşina Alyamba (fig. 444) este construită pe principiul maşinii de imprimat cu şabloane rotative, adaptată pentru asemenea articole voluminoase. În jurul unui cilindru presor, central, sînt amplasate şabloanele cilindrice. Aplicarea pastei se face cu raclurile de cauciuc care se găsesc în interiorul şabloanelor. Raclurile sînt de tipul rolelor cauciucate, deoarece la aceste materiale este necesară o cantitate mai mare de pastă care trebuie să pătrundă în material. Presiunea raclului se reglează pneumatic. Maşina se recomandă pentru imprimarea covoarelor înguste şi lungi.

Maşina de imprimat B.T.M. Această maşină lucrează cu clindri de presiune asupra cărora se aplică modelul în relief din cauciuc spongios (fig. 445). Cilindrul de imprimat se afundă în cada cu pastă şi este presat de un cilindru situat în cadă. În funcţie de presiunea de apăsare pe cilindrul spongios, se reglează cantitatea de pastă preluată din cadă (fig. 446). Covorul este presat cu partea cu spic asupra cilindrului de imprimat — care este îmbibat cu pastă — fiind astfel presată pasta din relieful de cauciuc spongios în materialul spicului. Pe toată lungimea cilindrului presor sînt montate duze de aer comprimat care îndepărtează excesul de colorant din cavităţile cilindrului de presare.

Maşina de imprimat B.D.A. Această maşină este dotată cu şabloane plane, în care pasta aplicată asupra materialului este absorbită prin spicul covorului cu ajutorul unei instalaţii de absorbţie. Rezultă astfel o pătrun-

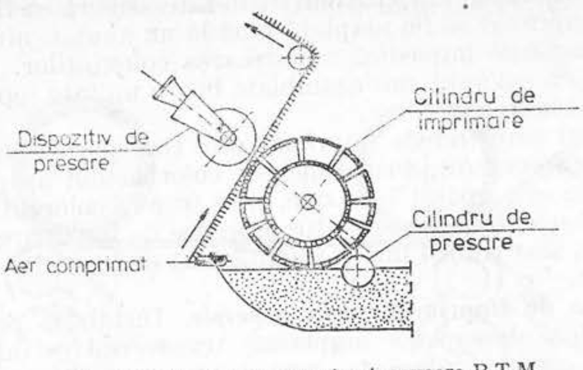


Fig. 445. Maşina de imprimat covoare B.T.M.

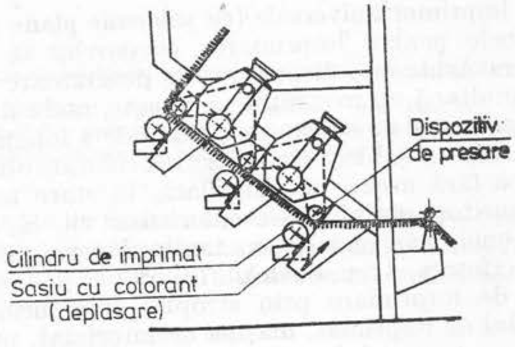


Fig. 446. Maşina de imprimat cu cilindrii din cauciuc spongios.

dere foarte bună a pastei pînă la suport, chiar la un spic foarte des (fig. 447).

Maşina de imprimat D.D.P. multicolor. Maşina asigură formarea desenului pe spicul covorului printr-o scufundare parţială în colorant (fig. 448). Desenul de imprimat este lucrat într-o placă de cauciuc sub formă de

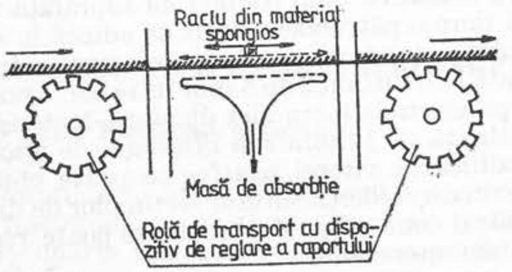


Fig. 447. Maşina de imprimat covoare B.D.A.

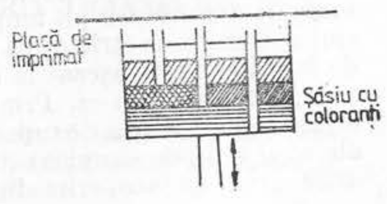


Fig. 448. Maşina de imprmat prin procedeul D.D.P.

adînciri, de 4—5 mm și este limitat de praguri. Sub placă se găsește colorantul. Fiecare canal este umplut cu alt colorant. Printr-un sistem corespunzător de conducte, adînciturile care formează desenul sînt alimentate de căzile cu coloranți. Dispozitivul de dozare asigură ca fiecare adîncitură a plăcii de imprimat să fie umplută pînă la un anumit nivel cu colorantul respectiv. Pragurile împiedică amestecarea coloranților. Placa de imprimat și căzile cu colorant sînt asamblate într-o unitate separată sub denumirea de multicolor.

Materialul care trebuie imprimat este transportat cu partea cu spic peste bacul cu colorant. Prin ridicarea colorbacului asupra materialului cu spic, acesta este apăsat spre spic, și se trimite colorantul. Acest procedeu se deosebește de toate celelalte procedee de impimare, prin faptul că toți coloranții sînt trimiși într-o singură fază de lucru în mod simultan și limitat exact.

Instalația de imprimare prin aspersie. Instalația realizează imprimarea prin duze de aspersie amplasate transversal pe întreaga lățime a mașinii. Prin comenzi adaptate după desen, pentru duze — se realizează pe material, desenul de imprimat.

Mașini de imprimat universale (cu șabloane plane și cu șabloane cilindrice). Șabloanele pentru imprimarea covoarelor au o lungime de 5 m. Mașinile sînt prevăzute cu : dispozitive de programare pentru imprimarea automată și simultană cu mai multe șabloane, raclu dublu oscilant, raclu cu suspensie centrală și cu sistem de raclare de-a lungul mașinii, instalația de spălare și uscare a șabloanelor. Fixarea colorantului la imprimarea covoarelor se face fără uscare intermediară, în stare umedă prin trecerea indirectă în aburitor, obținîndu-se culori mai vii. Se folosesc aburitoare orizontale, cu bucle suspendate, cu tamburi perforați și variante mixte (cu tamburi perforați și cu bucle).

Instalația de imprimare prin stropire este formată din : suportul pentru materialul de imprimat, mașina de imprimat, un sistem de recepționare-colectare a materialului, un aburitor cu bucle suspendate, un uscător, o zonă de răcire și o instalație de înfășurare. De asemenea, cuprinde instalația de alimentare cu colorant, instalația de programare pentru alimentarea cu colorant (pentru reglarea nivelului) și instalația de comandă electrică cu sistem de antrenare Ward-Leonard.

Lungimea instalației variază între 30 și 50 m, iar lățimea de lucru poate ajunge pînă la 5 m. Se poate lucra în opt culori la viteze de 12—15 m/min, în funcție de timpul necesar de aburire. Se asigură o executare a desenului complet, fără stabilirea unui contact cu suprafața imprimată, obținîndu-se în același timp o pătrundere oricît de adîncă în spicul covorului. Conturul desenului rezultă din participarea unui număr mare de duze de stropit amplasate la o distanță de 5 mm între ele. Duzele sînt acționate electric după un program de lucru ales dinainte. Materialul de imprimat este așezat la o distanță de 12 mm sub instalația de stropit și trecut prin fața ei. Prin modificarea vitezei relative se poate obține orice lungime dorită de raport. Prin deschiderea tuturor secțiunilor de duze ale unui grup de stropire sau chiar a două grupe de stropire se poate regla orice grad de acoperire în sistem monocrom.

La imprimare și vopsire, adîncimea de pătrundere a colorantului este reglabilă după dorință, pentru că presiunea lichidului cu care colo-

rantul părăsește duzele de stropit poate fi reglabilă. În fig. 449 este prezentată schema mașinii de imprimat covoare cu clindri gravați.

Pentru materialele electroplușate, materialele nețesute, foliile pentru tapete sau materialele decorative se aplică imprimarea cu pigmenți pe

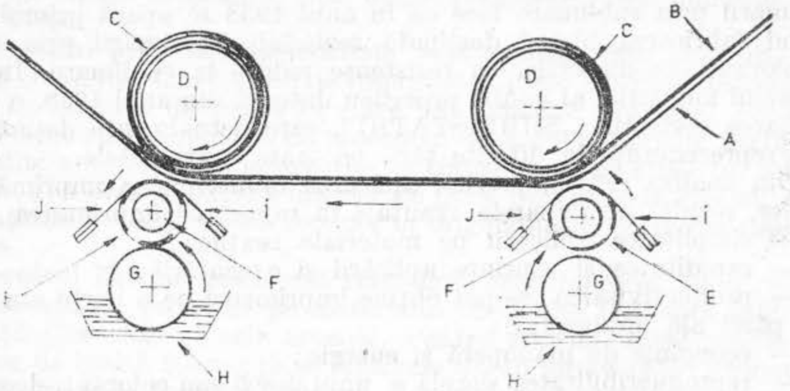


Fig. 449. Mașina de imprimat covoare cu cilindrii gravați in adincime:

A — covor pentru imprimat; *B* — bandă continuă din cauciuc; *C* — stratul de cauciuc al cilindrului presor; F,*E* — cilindri gravați în adîncime, montați pe axul T; *G* — rolă de alimentare amplasată in cada *H*; i — raclu; *J* — contraraclu.

bază de lacuri, pentru a se realiza consolidarea și lierea fibrelor individuale. În fig. 450 este prezentată schema unei asemenea mașini echipată cu malaxor pentru pregătirea aglutinantului necesar formării pastelor de imprimat.

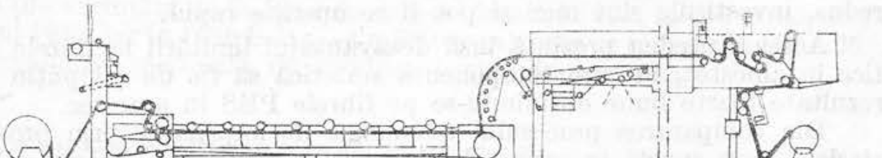


Fig. 450. Mașină de imprimat echipată cu malaxor pentru pregătirea aglutinantului

17.4. UTILAJE PENTRU IMPRIMAREA PRIN TRANSFER

17.4.1. Probleme generale

Imprimarea materialelor textile a cunoscut în ultimul timp noi tehnici tinctoriale cu ajutorul cărora se realizează imprimeuri în culori și nuanțe foarte variate pentru toate tipurile de fibre.

Imprimarea prin transfer se realizează în două faze importante:

— transpunerea desenului pe un suport, de preferință hîrtia, folosind coloranți de dispersie cu rezistențe reduse la sublimare;

— transferul colorantului de pe hîrtia imprimată pe materialul textil (țesături și tricoturi sub formă de metraje sau produse gata confecționate) ce se realizează sub acțiunea temperaturii de 190...210°C și presiuni de $40 \cdot 10^2 - 10 \cdot 10^2 N/m^2$.

Interesul și preocuparea față de această problemă nouă a termoimprimării prin sublimare face ca în anul 1958 să apară primul brevet privind fabricarea hîrtiei destinată realizării imprimării prin transfer cu coloranți de dispersie, cu rezistențe reduse la sublimare. Începutul succesului industrial al noului procedeu datează din anul 1968, o dată cu înființarea societății „SUBLISTATIC", care actualmente deține numeroase reprezentanțe în diferite țări, pe toate continentele.

Din analiza critică, privind aplicarea industrială a imprimării prin transfer, rezultă următoarele avantaje în raport cu imprimarea clasică:

— simplitatea aplicării pe materiale textile;

— rapiditatea și ușurința aplicării și executării;

— productivitatea (se pot obține imprimeuri pe o parte sau pe ambele părți ale produsului);

— economie de manoperă și energie;

— reproductibilitatea simplă a unui desen sau colorant, deoarece se face apel la criterii științifice și tehnice mai riguroase decît cele din imprimarea clasică;

— se pot realiza desene cu contururi foarte fine, depășind cu mult posibilitățile de realizare prin imprimarea clasică;

— diminuări foarte importante ale defectelor, în raport cu imprimarea clasică;

— nu sînt necesare tratamente finale după imprimare (aburire, spălare).

La aceste avantaje se adaugă și cele de protecție a mediului prin reducerea apelor reziduale cu cca 80% și faptul că spațiul ocupat de utilaj este redus, investițiile sînt mici și pot fi recuperate rapid.

Acest procedeu prezintă însă dezavantajul limitării la fibrele sintetice în amestec, în care componenta sintetică să fie de cel puțin 70%, rezultate foarte bune obținîndu-se pe fibrele PES în amestec.

Din compararea procesului tehnologic de imprimare prin procedeul clasic — care constă în operațiile de imprimare, uscare, fixarea colorantului, spălare, uscare, noul procedeu constă în operațiile de imprimarea hîrtiei, uscare, transferul colorantului pe suportul textil făcîndu-se odată cu termofixarea — rezultă că noul procedeu este mult mai eficient.

Cu toate că noul procedeu folosește în plus față de imprimarea clasică o hîrtie specială pentru transfer, totuși pe ansamblu, prețul de cost se reduce cu 55%, adică la 2,60 lei/m^2 pentru noul procedeu, comparativ cu 5,40 lei/m^2 pentru imprimarea clasică, datorită faptului că cheltuielile pentru fabricarea hîrtiei speciale și imprimarea ei sînt compensate de reducerea numărului de operații; se elimină astfel două operații de uscare, care de fapt sînt cele mai scumpe operații din finisare și în același timp periculoase pentru substratul textil la creșteri prea mari ale temperaturii. Se realizează de asemenea o diminuare a consumului de apă, abur, auxiliari de spălare; concomitent se reduce durata totală de prelucrare, crescînd astfel și productivitatea.

17.4.1.1. Procedee de imprimare prin transfer

Procedeul Termocrom realizează transferul prin termoplasticitate şi anume : sub influenţa căldurii se transferă de pe hîrtie pe materialul textil pigmentul, împreună cu o răşină termoplastică care fixează astfel pigmentul pe fibră. Procedeul nu oferă rezistenţe prea bune la spălare şi frecare.

Transferul prin termoplasticitate este realizat prin trecerea sandwichului (material textil şi hîrtie imprimată) peste o suprafaţă încălzită, urmată de operaţii de fixare în stare udă (spălare, săpunire). Procedeul este cunoscut sub denumirea de procedeul Star. Pe materialul textil, prin intermediul unei răşini termoplastice se transferă de pe hîrtie un colorant solubil în apă care se fixează ulterior pe fibră prin metoda clasică. Avantajele faţă de metoda clasică constau în originalitatea şi fineţea desenelor realizate.

Procedeul Fastran realizează transferul prin migrarea unui colorant solubil în apă de pe hîrtie pe materialul textil sub influenţa căldurii şi umidităţii (transfer pe cale umedă). Pentru aceasta, între plăcile unui generator de înaltă frecvenţă se încălzesc 8—10 sandwichuri formate din hîrtie imprimată, ţesătură umezită şi folii de polipropilenă.

Procedeul de transfer prin sublimare pe cale uscată este procedeul în care, sub influenţa căldurii, coloranţii de dispersie trec în stare de vapori de pe hîrtia imprimată pe materialul textil şi se fixează în masa fibrei, procesul de transfer avînd loc în fază gazoasă.

Procedeul bazat pe tehnica policromatică se realizează cu ajutorul unor duze cu poziţie variabilă aşezate într-un fulard, obţinîndu-se astfel desene multicolore cu suprafeţe imprecis conturate.

Dintre aceste procedee, prezintă importanţă, în primul rînd, procedeul uscat, bazat pe sublimarea coloranţilor de dispersie selecţionaţi.

Imprimarea prin transfer bazată pe acest procedeu s-a dezvoltat continuu (de exemplu, de la 100 milioane m^2 în anul 1972, la 250 milioane m^2 în anul 1973, iar în 1980 la 3,5—4 miliarde m^2, ceea ce reprezenta 20—25% din producţia mondială de produse textile imprimate).

17.4.1.2. Etapele procesului de imprimare prin transfer

Principalele etape necesare imprimării prin transfer prin procedeul pe cale uscată a materialelor textile sînt următoarele :

— pregătirea materialului textil destinat imprimării ;
— pregătirea pastei de imprimat necesare imprimării hîrtiei şi selecţionarea coloranţilor ;
— imprimarea hîrtiei ;
— imprimarea propriu zisă a materialului textil.

Operaţiile de pregătire a materialelor textile destinate imprimării au o influenţă hotărîtoare asupra calităţii produselor finale.

Pregătirea prealabilă a ţesăturilor sau tricoturilor din fibre poliesterice cuprinde operaţiile : aburire, alcalinizare, calandrare (pentru unele articole), spălare, uscare, fixare.

Aburirea se aplică articolelor tricotate pe maşini circulare.

Tratarea alcalină prealabilă a materialelor destinate imprimării îmbunătăţeşte tuşeul şi comportarea ţesăturii faţă de coloranţi. Tratamentul alcalin se efectuează cu 2—3% hidroxid de sodiu la fierbere, timp de 20—30 min.

Calandrarea se aplică la unele articole pentru creşterea rezistenţei la glisare, operaţie ce se execută la temperaturi de 120...150 °C, cu o presiune pe linia de contact corespunzătoare a 50—100 kN.

Pentru materialele textile care conţin pete de ulei, praf de metale, se recomandă următorul tratament: acidularea cu: 0,5—1 g/l; Romopal OF 0,75—1,5 g/l la temperatura de 50 °C, hidromodul 1 :30—1 :50, şi durata de 30—50 min.

Termofixarea materialelor textile se efectuează la temperatura de 175...180°C, timp de 20—30 s, iar pentru articolele filamentare la temperatura de 200°C.

Răcirea materialelor se aplică brusc.

17.4.1.3. Pregătirea pastelor de imprimat

Imprimarea, ca o localizare a procesului de vopsire, devine posibil numai prin creşterea viscozităţii soluţiei de colorant, cu ajutorul aglutinantului. Pentru imprimarea prin transfer a materialelor din fibre poliesterice cu coloranţi de dispersie se recomandă aglutinanţi obţinuţi din sîmburi de roşcove sau seminţe de guar. Se pot folosi şi alginaţi. Filmul format nu se întăreşte sub influenţa temperaturii.

De asemenea, se pot folosi şi tipurile de amidonuri carboximetilate la imprimarea PES cu coloranţi de dispersie. Randamentele coloristice obţinute, în cazul folosirii acestor aglutinanţi, sînt deosebit de bune. Deseori aceştia se folosesc în combinaţii cu alginaţii.

Aglutinanţii pe bază de emulsii de tipul ulei în apă sau a semiemulsiilor se folosesc cu unele rezerve deoarece ridică probleme de ordin ecologic şi de protecţia mediului înconjurător.

Aglutinanţii folosiţi la imprimarea prin transfer trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

— să nu aibă afinitate pentru coloranţii de dispersie folosiţi;
— să permită obţinerea unor imprimeuri uniforme;
— să aibă randament coloristic foarte bun;
— să permită solubilizarea în mediu lichid din compoziţia pastei de imprimat;
— să fie rezistenţi în stare udă şi uscată (să nu se contracte, să nu se distrugă la temperaturi de 210 °C timp de 45 s).

Prin criteriul de selecţionare al aglutinanţilor se urmăreşte conferirea pastei de imprimat a unor proprietăţi reologice de aşa natură încît aceasta să pătrundă cît mai puţin în hîrtie şi să producă o uscare foarte rapidă. În funcţie de natura şi cantitatea de aglutinanţi se urmăreşte obţinerea unui randament coloristic ridicat, la aceeaşi cantitate de colorant şi o strălucire a culorii. La imprimarea prin transfer prezintă importanţă cunoaşterea curbelor de sublimare, deoarece la un amestec de coloranţi cu puncte de sublimare diferite se poate obţine un dicroism. Coloranţii trebuie să aibă deci curbe de sublimare apropiate, să fie miscibili şi să nu

provoace aglomerate, ţinînd seama de faptul că pe hîrtie se depune o cantitate de pastă de 5—6 ori mai redusă decît pe materialul textil şi deci cantitatea de colorant din pastă trebuie să fie în mod corespunzător mai mare. De selecţionarea coloranţilor folosiţi în procedeul de imprimare prin transfer, respectiv de caracteristicile acestora, depinde în cea mai mare măsură randamentul coloristic.

În marea lor majoritate, coloranţii folosiţi în imprimarea prin transfer sînt coloranţi de dispersie cu masa moleculară cuprinsă între 230 şi 370, avînd rezistenţa la sublimare redusă şi o foarte bună rezistenţă la tratamente ude ale imprimeurilor. Pentru imprimarea prin transfer, coloranţii adecvaţi sînt cei la care transferul se realizează cu o cantitate maximă de colorant depusă pe materialul textil.

Deoarece coloranţii de dispersie conţin chiar din procesul de fabricaţie o cantitate variabilă de agenţi de dispersie, care influenţează negativ fenomenul de transfer, cercetările actuale sînt orientate spre sintetizarea unor coloranţi speciali pentru transfer, care să aibă un conţinut redus de dispergator, o comportare uniformă la sublimare şi un conţinut redus de electroliţi. Pentru ţesăturile mixte, poliester — bumbac, se pot aplica coloranţii Syngen şi Poligen (amestecuri de coloranţi azoici şi de crom) care înlocuiesc amestecurile clasice de coloranţi de cadă cu coloranţi de dispersie, respectiv coloranţi reactivi cu coloranţi de dispersie.

Imprimarea hîrtiei. Principalele procedee de imprimare a hîrtiei sînt : flexografia, heliogravura, imprimarea cu şabloane rotative, procedeul offset.

Primele trei procedee sînt utilizate pentru imprimarea continuă, iar ultimul pentru imprimarea discontinuă. În funcţie de procedeul de imprimare folosit, se stabileşte şi sortul de hîrtie, ţinînd seama de faptul că anumite caracteristici ale acestuia diferă în funcţie de utilajul pentru care este prevăzut.

Procedeele prin offset şi heliogravură permit să se obţină pe hîrtie desene cît mai precise şi mai exacte, cu întreaga gamă de degradeuri, care se menţin şi după transferul pe materialul textil, şi, în general net superioare acelora care se pot obţine prin imprimarea clasică.

Alegerea hîrtiei este deosebit de importantă, de calitatea acesteia depinzînd randamentul de transfer al colorantului. Eficienţa transferului este influenţată de porozitate. La o porozitate mare, hîrtia va reţine o cantitate mare de colorant în pori, aceasta neputînd trece pe material în timpul scurt în care se realizează trecerea sandwichiului pe suprafaţa încălzită. Se obţin astfel imprimeuri neuniforme şi randamente la transfer scăzute.

Hîrtia trebuie să reziste la solicitările mecanice ; în comparaţie cu materialul textil, este rigidă, de aceea introducerea şi scoaterea din maşină trebuie să se facă fără tensionare. Hîrtia nu trebuie să aibă influenţă asupra materialului textil, în special să nu îngălbenească anumite fibre sintetice, să fie omogenă şi calitativ constantă. Să nu fie prea groasă pentru a nu împiedica conductibilitatea termică şi să reţină cît mai puţin colorantul de dispersie.

Imprimarea. Imprimarea propriu-zisă a materialului textil se realizează prin conducerea ansamblului material textil — hîrtie imprimată peste o suprafață încălzită la temperaturi de 200...220 °C și presiuni variabile pînă la 4,9 N/cm^2, cu o încălzire cît mai uniformă pe toată suprafața. Conducerea ansamblului material textil — hîrtie imprimată în mașina de imprimat, trebuie să fie perfectă pentru a se evita formarea cutelor și depășirea de 0,5% a contracțiilor, evitîndu-se obținerea de lungimi duble. În acest scop pe hîrtie se poate depune o rășină care în timpul imprimării devine plastică și lipește hîrtia de materialul textil. Are astfel loc transpunerea desenului de pe hîrtia imprimată pe materialul textil, adică are loc procesul de sublimare a colorantului de dispersie și transferul lui pe materialul textil.

Transferul colorantului de dispersie de pe hîrtia imprimată pe fibră are loc numai în fază gazoasă, constantele aparente de difuzie diferă în cele trei medii:

$$D_G \to X\ 10^{-1}\ cm^2 \cdot s^{-1}$$

$$D_L \to Y\ 10^{-5}\ cm^2 \cdot s^{-1}$$

$$D_F \to Z\ 10^{-9}\ cm^2 \cdot s^{-1}.$$

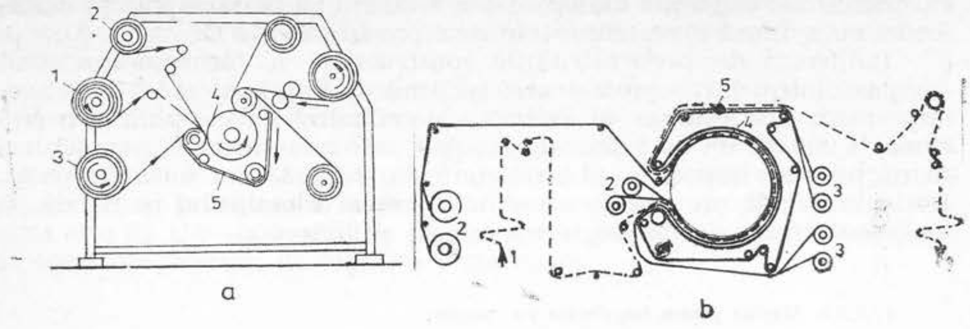
Din aceste motive, la prelungirea duratei de fixare se produce aglomerarea colorantului pe fibră, difuzia în fibră fiind faza cea mai lentă. Aceasta este cauza rezistențelor nesatisfăcătoare la frecare în cazul nuanțelor închise.

17.4.2. Mașini pentru imprimarea prin transfer

Reimprimarea prin transfer se efectuează pe prese și calandre timp de 15—30 s, la o temperatură de 180...200°C. Presele utilizate la aplicarea inprimării prin transfer lucrează pe același principiu ca și presele de călcat. Se aplică, în mod egal, o placă încălzită electric pe hîrtia imprimată pentru transfer, care se află peste materialul textil.

Presele de imprimat pot fi unilaterale și bilaterale. La mașinile care funcționează continuu, imprimarea materialelor se realizează prin două procedee: primul procedeu bazat pe principiul calandrului cu pîslă (fig. 451, *a*, *b* și *c*) și al doilea pe principiul cilindrilor perforați, în interiorul cărora se aplică vid.

La mașina Thiry (fig. 451, *c*), încălzirea cilindrului se realizează cu ulei, lățimea de lucru fiind de 2 600 mm, iar viteza de imprimare de 3—18 m/min pentru o putere de 7,5 kW.



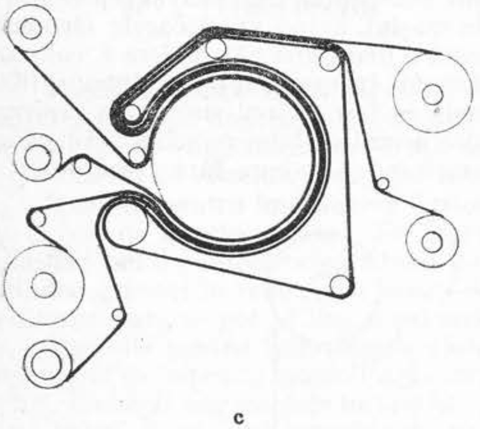
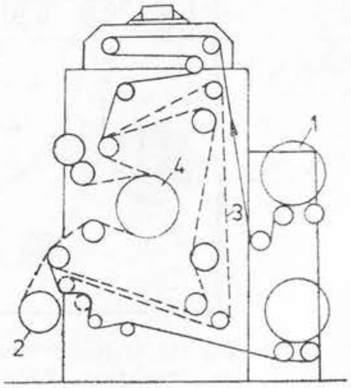


Fig. 451. Mașini de imprimat de tipul calandrelor cu pîslă :
a — mașină cu pîslă scurtă : *1* — țesătură pentru imprimat ; *2* — hîrtie termoimprimată ; *3* — hîrtie protectoare ; *4* — cilindru încălzit ; *5* — pîslă ; *b* — mașina cu pîslă lungă ; *c* — mașina Thiry.

17.4.2.1. Calandre pentru imprimare

Calandrele construite de diferite firme, după principiul reactorului Monforts, folosesc o bandă continuă din teflon, rezistentă la temperaturi ridicate (fig. 452). Încălzirea se poate realiza cu ulei, cu gaze sau pe cale

Fig. 452. Mașina de imprimat cu cilindri din teflon și presare pneumatică :
1 — țesătură ; *2* — hîrtie termoimprimată ; *3* — pîslă ; *4* — cilindru încălzit.



electrică, fiind asigurată uniformitatea încălzirii pe toată suprafața calandrului cu ajutorul unor termostate cu o precizie de $\pm 3°C$.

Indiferent de particularitățile constructive, se formează un strat compus dintr-o hîrtie protectoare, țesătură de imprimat și hîrtie termoimprimată, care este presat de bandă pe cilindrul calandrului cu o presiune de 200 g/cm^2. La ieșirea din mașină, cele trei straturi (hîrtia protectoare, țesătura imprimată și hîrtia termoimprimată) sînt sortate separat. Deși prin hîrtia protectoare se evită trecerea colorantului pe bandă, la unele construcții de mașini se renunță la utilizarea ei.

17.4.2.2. Mașina pentru imprimare cu vacuum

Mașina lucrează după principiul sublistatic (fig. 453) și reprezintă o perfecționare a tipurilor existente de mașini, avînd următoarele elemente noi : un sistem de aspirare care asigură o mai bună pătrundere a coloranților în fibră, vaporii de coloranți formați în procesul de sublimare, fiind forțați de cilindrul cu vid să pătrundă în fibră. Noul sistem de aspirare înlocuiește totodată presarea mecanică a materialului pe cilindrul încălzit (care afectează uneori tușeul), determinînd o trecere fără frecare atît a

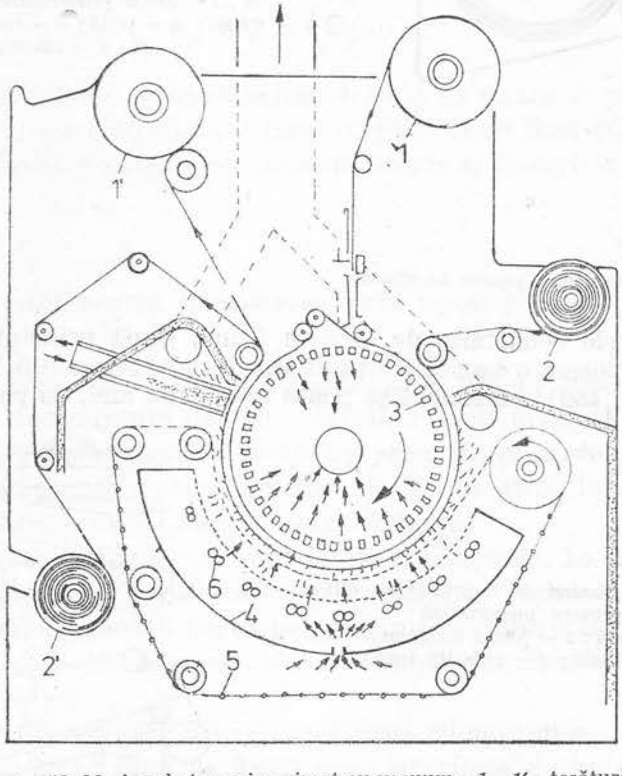


Fig. 453. Mașina de termoimprimat cu vacuum : *1—1'*—țesătură de imprimat ; *2,2'* — hîrtie termoimprimată ; *3* — cilindru perforat ; *4* — reflector ; *5* — bandă ; *6* — radianți infraroșii.

hîrtiei cît și a materialului. O altă caracteristică a mașinii este încălzirea cu radiații infraroșii, al căror cîmp de radiații cuprinde peste 1/3 din circumferința cilindrului.

Spre deosebire de alte mașini, la care se măsoară temperatura cilindrilor, la mașina cu vacuum un termometru de radiație măsoară permanent temperatura materialului, reglarea efectuîndu-se electronic. Datorită caracteristicilor constructive (aspirare cu vid și încălzire cu infraroșii) deservirea și întreținerea mașinii sînt foarte simple. Productivitatea mașinii este de 150—200 m/h. Se preferă două unități de capacități mijlocii în locul unei unități de capacitate mai mare.

17.5. MAȘINI PENTRU IMPRIMAREA FIBRELOR, FIRELOR ȘI A CIORAPILOR

Mașinile pentru imprimarea fibrelor. Se bazează pe același principiu ca și mașinile de imprimat cu cilindrii gravați în relief. Fibrele sînt supuse procesului de imprimare sub formă de pale. Imprimarea se poate realiza și pe mașini cu sisteme plane sau rotative.

Mașinile pentru imprimarea firelor. Funcționează pe același principiu ca și cele de imprimat fibre. Ele imprimă firele așezate paralel ca într-o urzeală ; pentru imprimarea firelor de urzeală pentru covoare se folosesc cilindrii gravați în relief, mai scurți decît la imprimarea țesăturilor. Pentru imprimare se pot utiliza și mașinile cu sisteme plane sau rotative.

Mașinile pentru imprimarea ciorapilor și șosetelor. Se bazează pe principiul de lucru al mașinilor de imprimat cu forme plane, și desene în relief. Ciorapii sau șosetele îmbrăcate pe forme subțiri de prespan, așezate pe o masă plană, sînt imprimate prin deplasarea formelor plane cu gravura reliefată. La unele mașini cele două părți ale materialului sînt imprimate simultan.

Utilaje pentru procese în stare uscată

18. UTILAJE PENTRU APLICAREA APRETULUI

Prin aplicarea apretului — depunerea pe fibre a unor substanțe, care în unele cazuri pot forma combinații cu fibra — se urmărește obținerea unui aspect final plăcut, îmbunătățirea rezistențelor la purtare, la șifonare, impermeabilizare și termoizolare.

18.1. FULARDE SPECIALE PENTRU APLICAREA APRETULUI

Pentru aplicarea apretului se folosesc diferite tipuri de fularde și în special fulardele cu doi cilindri. În funcție de tipul de apret și anume: apret obișnuit, de impermiabilizare, de ignifugare și de neșifonabilizare, ele sînt agregate cu diferite mașini, de obicei cu uscătoare, cu rame de întins și egalizat.

Din punct de vedere constructiv și pentru fulardele de apretare se menține aceeași repartizare a cilindrilor și anume: metalic pentru cel inferior și din cauciuc pentru cel superior. La aceeași construcție a fulardului cu modificări neînsemnate, apretul se poate aplica pe o parte sau pe ambele părți ale materialului textil, cu ajutorul rolelor de conducere.

Fulardul cu trei cilindri tip Metalul Roșu (fig. 454, *a*, *b* și *c*) pentru apretarea țesăturilor și tricoturilor de greutate 80—800g/m^2 și pentru loturi de lucru de la 1 000 la 2 400 m, cu salturi din 200 mm, este echipat cu una sau două căzi. Volumul căzilor cu dislocuitorul de soluție scufundat este de 70 l/m 38 l/m sau 18 l/m (datele se referă la 1 m lungime de cadă). Volumul dislocuitorului pentru aceste capacități ale căzilor este de 40 l/m. Lungimea materialului textil umezit — care se află în cada fulardului este de 1 270 pentru caracteristicile de mai înainte ale căzilor.

Viteza de deplasare a materialului textil pentru 18 l/m variază între 0,8 și 88 m/min, respectiv 1,3—130 m/min. Duritatea cămășii de cauciuc a cilindrului de stoarcere variază de la 100...65° Shore, ceea ce corespunde unui efect de stoarcere maxim de 60% în funcție de materialul textil, la o presiune periferică de 49,8 daN/cm.

Fulardul este echipat cu trei cilindri unul de antrenare și ceilalți de presare (convențional și corector).

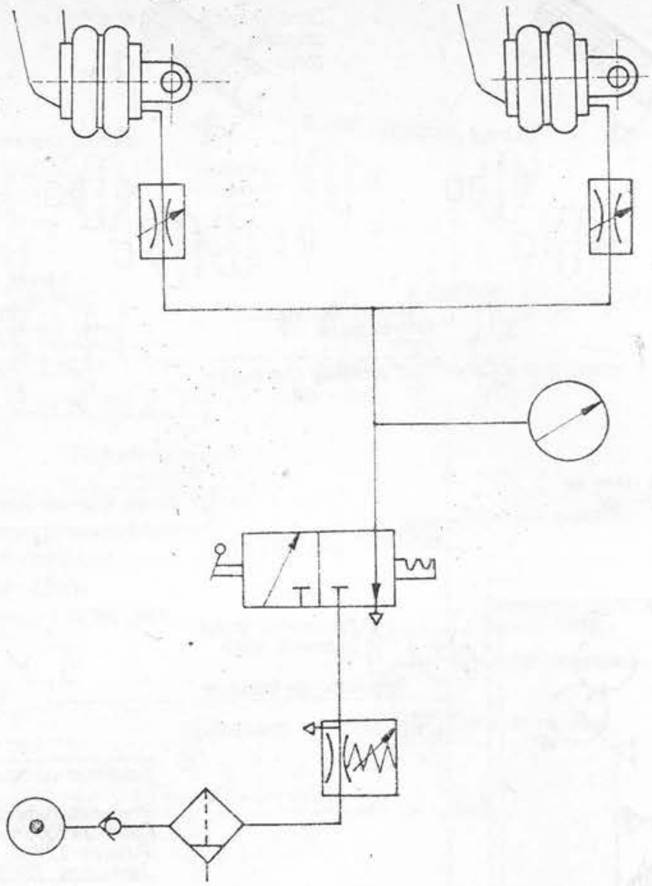


Fig. 454. Fulard cu trei cilindri de stoarcere :
a — grupul pneumatic al fulardului FU—3.

Presiunea reglabilă pe cale pneumo-mecanică prin burduf pneumatic și braț de presare, se adaptează în funcție de caracteristicile materialului. Cilindrul antrenat prin cuplare, primește mișcarea de la un reductor antrenat de motor cu turație variabilă. Diametrul cilindrului convențional cauciucat este de 373 mm, iar al cilindrului de stoarcere, corector 315 mm.

Cada fulardului are posibilitatea să balanseze prin intermediul unui motor reductor cu șurub și piuliță, în vederea ridicării, coborîrii sau rotirii. Cursa cuvei este limitată prin microcolectoare. Nivelul în cadă poate fi reglat la valori prescrise prin intermediul unei instalații cu electrod de atingere, la o precizie a reglării de ± 2 mm. Pentru prepararea soluției de apret sînt necesare cca 2 300 l/h apă.

Cilindrul de presare este presat pneumatic printr-un sistem pneumatic (cilindrii bandajului pneumatic) pe cilindrul de antrenare (fig. 454, *a*). Forța de presare convenabilă dintre cilindrii se reglează cu un regulator

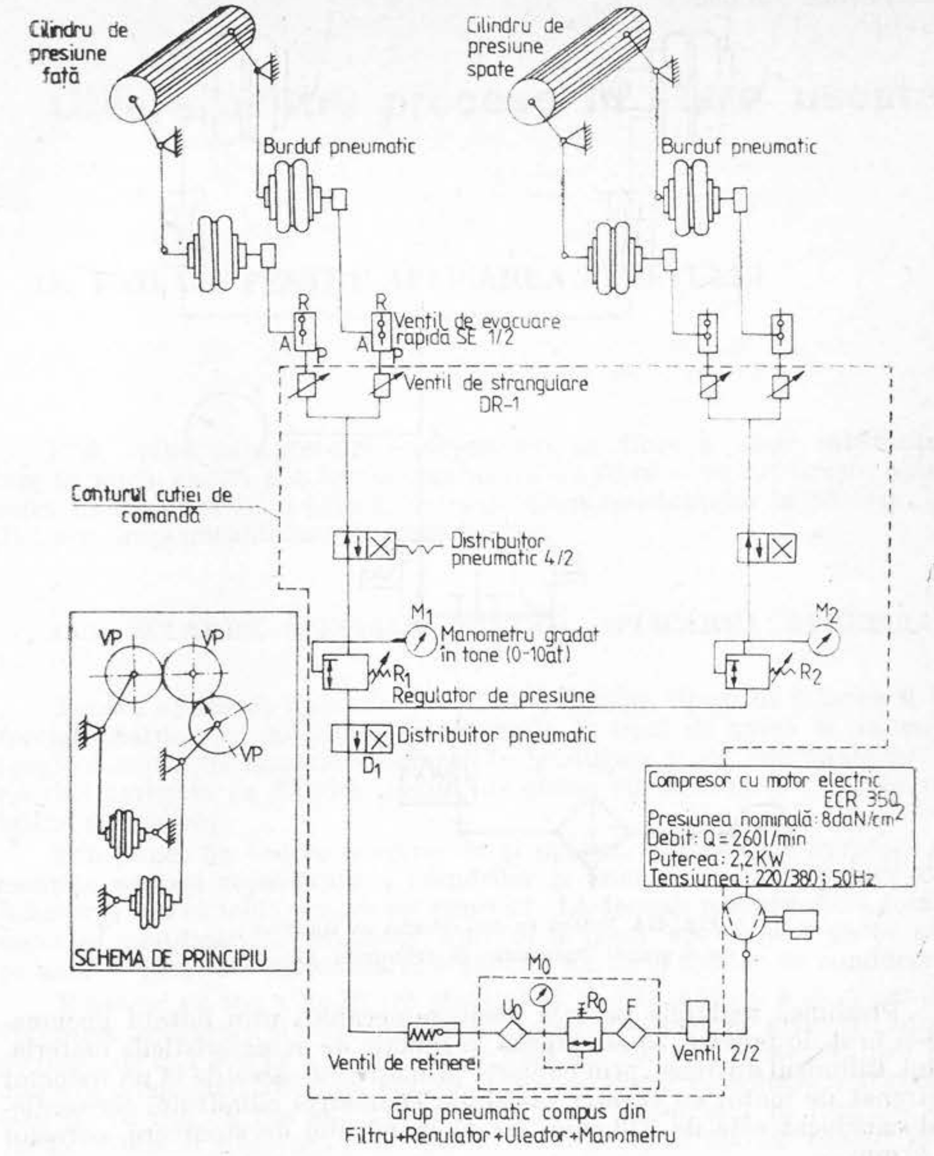


Fig. 454, *b* — comanda pentru presarea și îndepărtarea cilindrului de presare, la fulardul cu trei cilindrii.

de aer. Presiunea sau depresarea (îndepărtarea cilindrilor de presare)se comandă prin schimbarea poziției manetei distribuitorului, iar uniformitatea presiunii între partea stîngă și dreaptă se reglează cu ajutorul unui ventil de ștrangulare. Aerul comprimat este asigurat de un compresor de 10 at., care intră în grupul pneumatic (filtru, regulator, dispozitiv de uleiere) și apoi în ventilul de sens unic (fig. 454, *a*). Presarea sau îndepărtarea

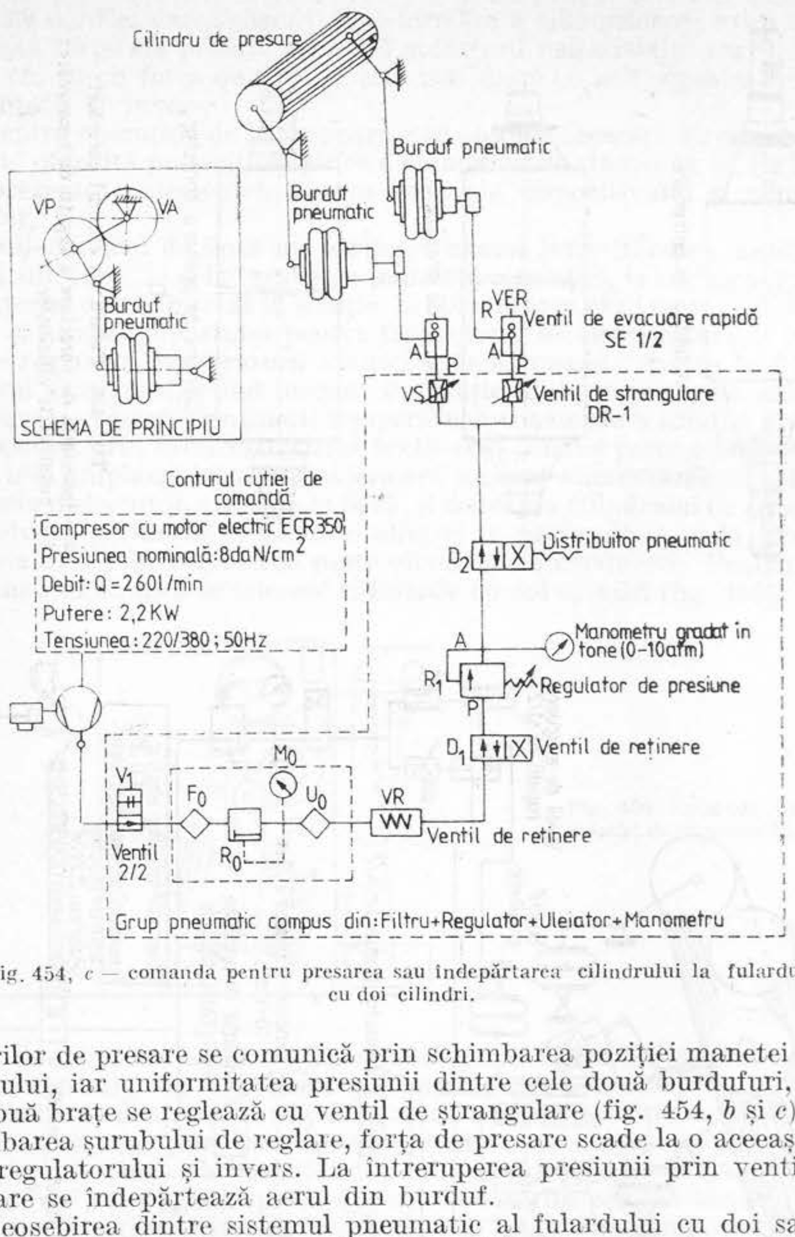
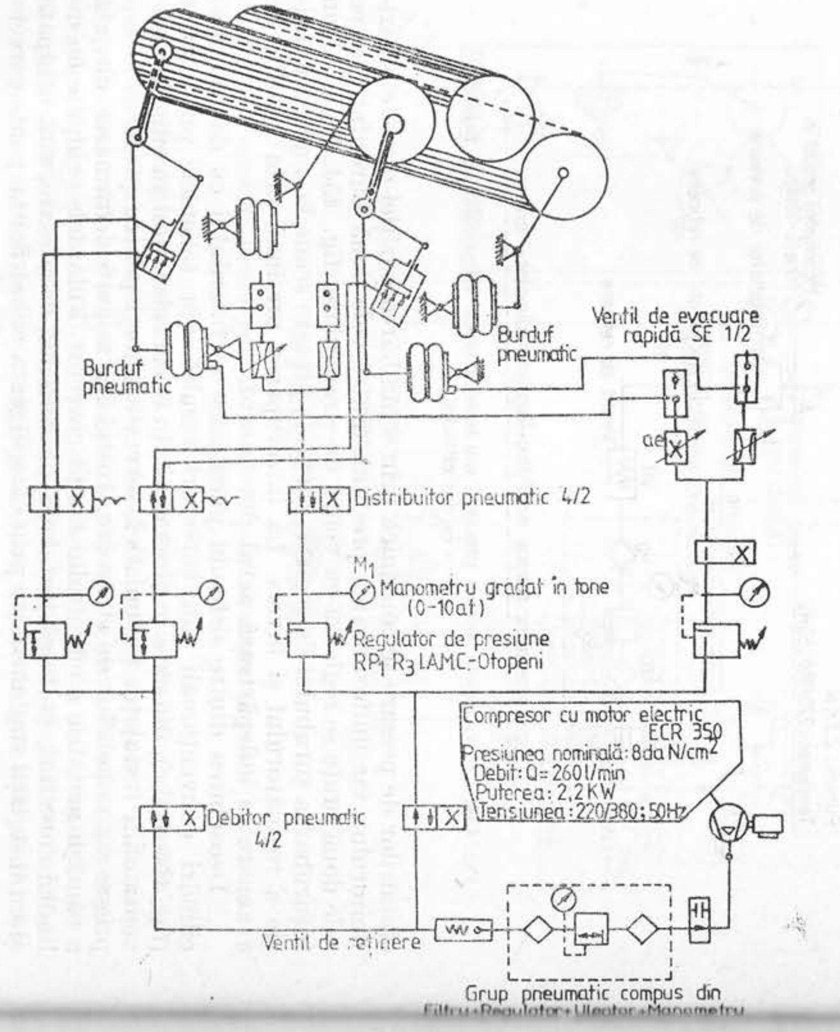


Fig. 454, *c* — comanda pentru presarea sau îndepărtarea cilindrului la fulardul cu doi cilindri.

cilindrilor de presare se comunică prin schimbarea poziției manetei distribuitorului, iar uniformitatea presiunii dintre cele două burdufuri, de pe cele două brațe se reglează cu ventil de ștrangulare (fig. 454, *b* și *c*). Prin înșurubarea șurubului de reglare, forța de presare scade la o aceeași poziție a regulatorului și invers. La întreruperea presiunii prin ventilul de evacuare se îndepărtează aerul din burduf.

Deosebirea dintre sistemul pneumatic al fulardului cu doi sau trei cilindri convenționali sau corectori rezultă din schemele pneumatice (fig. 454, *b* și *c*), din care se observă că, în cazul fulardului cu cilindri convenționali, instalația pneumatică servește numai pentru presarea — impregnarea cilindrilor de stoarcere. Instalația asigură deformarea dirijată a cămășii metalice a cilindrului numit corector. Fulardele echipate cu cilindrii corectori, pe lîngă instalația pneumatică de presare, sînt echipate și cu instalații suplimentare prin care săgeata cilindrilor se poate corecta



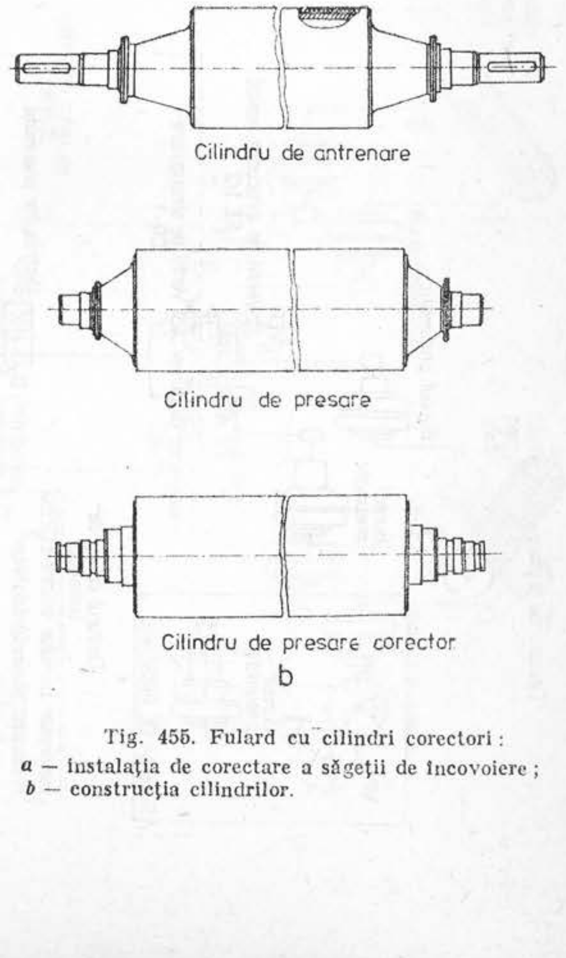


Fig. 455. Fulard cu cilindri corectori:
a — instalaţia de corectare a săgeţii de încovoiere;
b — construcţia cilindrilor.

(fig. 455, *a*). Formarea săgeții de deformare a cilindrilor de orice tip, se datorește forței de presare necesară stoarcerii materialului textil. Se înțelege că, cu cît forța de presare este mai mare cu atît săgeata este mai pronunțată și invers.

Pentru operațiile de impregnare este absolut necesară dirijarea săgeții formate datorită presării reciproce a cilindrilor de stoarcere. În fig. 455, *b* sînt prezentate elementele componente ale dispozitivului și cilindrului corector.

Dislocuitorul de flotă nu participă numai la modificarea cantității de soluție din cadă, ci și la încălzirea indirectă a soluției, la reglarea lungimii de material textil imersat în soluție, la alimentarea căzii cu soluție și constituie și locașul suportului pentru traductorul de temperatură al instalației de reglare a temperaturii soluției și de asemenea pentru traductorul de nivel al soluției. Fiind imersat în soluție, dislocuitorul este alimentat cu abur în vederea menținerii temperaturii constante a soluției din cadă. La trecerea prin cadă materialul textil este condus peste cilindrul dislocuitorului amplasat la partea inferioară a căzii. Alimentarea cu soluție se face prin dislocuitor, care are la bază, și deasupra cilindrului de conducere, o conductă perforată ce permite soluției să pătrundă în cadă, direct pe materialul textil, care trece peste cilindrul de conducere. Pentru soluți de consistență mică se folosesc și fularde cu doi cilindri (fig. 456).

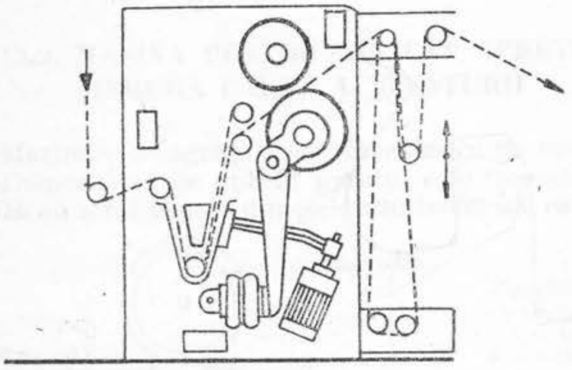


Fig. 456. Fulardul cu doi cilindri de stoarcere FU—2.

Conducătorul de lizieră cu acțiune pneumatică KF 10 L, menține în poziție centrală (fig. 457) materialul textil, care a trecut printre perechile de cilindri de dirijare. În mișcarea sa de avans în poziție centrată, materialul nu atinge prin lizierele sale (dreapta și stînga) palpatoarele din dreapta sau stînga ale corpului de conducere. Rolele de dirijare V_s și V_{sp}, respectiv V_D și V_{Dp}, sînt presate între ele datorită poziției sistemului distribuitor S_{Is}, respectiv S_{Ip}. Țesătura este întinsă în lățime de rolele de dirijare, datorită poziției lor oblice față de direcția de mișcare a țesăturii.

Din momentul în care țesătura, dintr-o anumită cauză, își modifică poziția centrată, presupunînd după săgeata *K*, liziera deplasează palpatorul stîng *Ps*. Ca urmare a acestei deplasări, rolele de dirijare se deplasează în urma comenzii sertărașului pneumatic. În acest timp, cilindrul pneumatic *CD*, care se află în stare presată, readuce țesătura în poziția centrată și rolele deplasate revin în poziția inițială.

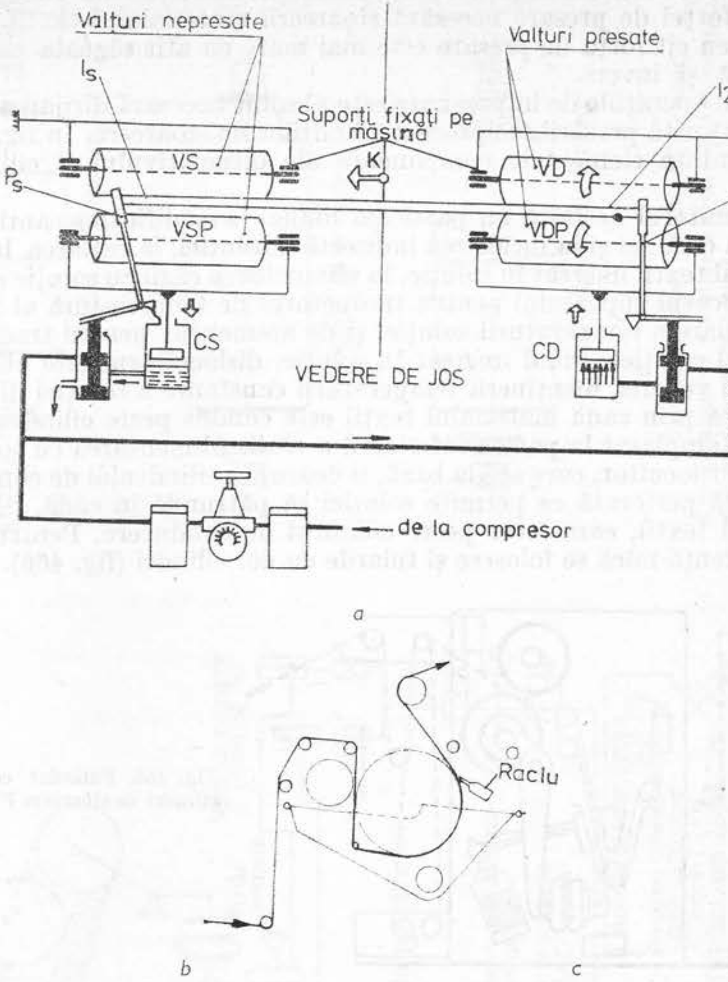


Fig. 457. Fulard cu acționare pneumatică:
a — conducător de lizieră cu acționare pneumatică;
b — fulard pentru apretarea pe ambele părți și îndepărtarea excesului cu raclu.

În cazul aplicării apreturilor groase pe o singură parte, se folosesc fularde de construcție specială, prevăzute cu raclu sau cu un cilindru gravat. Surplusul de apret de pe cilindru se îndepărtează cu un raclu de alamă ca și în cazul mașinilor de imprimat (fig. 457, *c*).

Pentru pătrunderea în profunzime a apretului, cilindrii fulardului trebuie să lucreze prin fricțiune, deoarece datorită diferenței de viteză a cilindrilor, apretul este supus unei presiuni și frecări mai mari. O pătrundere bună se poate realiza și în fulardele cu trei cilindri, deoarece țesătura este supusă la două impregnări și stoarceri repetate.

Pentru aplicarea apretului de impermeabilizare, în scopul menținerii apretului în stare cît mai fluidă, în vederea unei bune pătrunderi în țesă-

tură, cilindrul metalic inferior este încălzit în interior, iar cada fulardului prevăzută cu manta de încălzire. Instalația de aplicat apretul este cuplată cu o instalație pentru încălzirea agentului de încălzire cu lichide organice (glicerină), care circulă prin mantaua fulardului și pentru încălzirea apretului (fig. 458, *a*).

Se folosesc și fularde cu două băi de impregnare cu apret și cu trei cilindri așezați în triunghi (fig. 458, *b*), doi din cauciuc și unul din ebonită. Încălzirea și răcirea căzilor se face indirect.

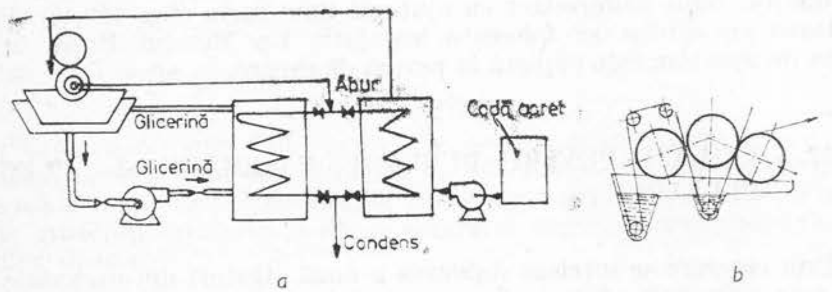


Fig. 458. Fularde pentru aplicarea apretului:
a — instalație pentru aplicarea apretului;
b — fulard cu două băi de apretare și trei cilindri de stoarcere.

18.2. MAȘINA PENTRU APLICAT APRETUL CU RACLUL PE O SINGURĂ PARTE A ȚESĂTURII

Mașina este agregată cu un cilindru de uscare (fig. 459, *a*).

Dispozitivul de aplicat apretul este format dintr-un suport pe care se află un strat elastic din pîslă sau fetru, ale cărei capete sînt înfășurate

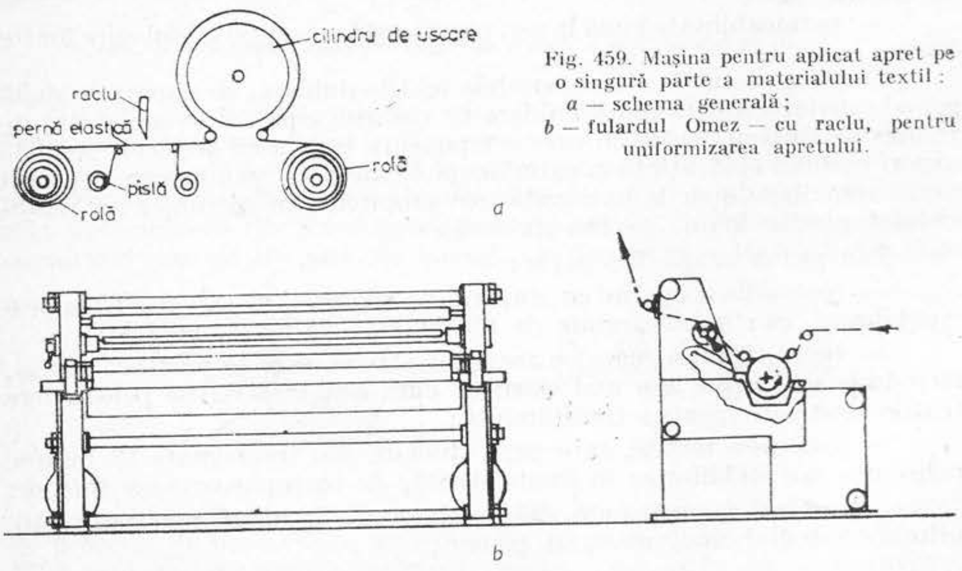


Fig. 459. Mașina pentru aplicat apret pe o singură parte a materialului textil:
a — schema generală;
b — fulardul Omez — cu raclu, pentru uniformizarea apretului.

pe două role fixate la partea inferioară. Pe fetru se deplasează țesătura care trebuie apretată, cu fața spre stratul elastic. Țesătura este presată spre strat, cu ajutorul unui raclu de lungime egală cu lățimea țesăturii, asigurînd astfel aplicarea uniformă a apretului prin îndepărtarea excesului.

Pentru apreturile mai consistente, fulardele sînt prevăzute cu role pentru transportul pastei și cu racluri pentru îndepărtarea excesului de apret, ale cărei capete sînt înfășurate pe două role fixate la partea inferioară. Pe fetru se deplasează țesătura care trebuie apretată.

Apretul se poate aplica direct, prin trecerea țesăturii ce înfășoară un cilindru, fiind uniformizat cu ajutorul unui raclu (fig. 459, *b*). Pentru apretarea covoarelor se folosește instalația tip Metalul Roșu, în care partea de apretare este cuplată la partea de uscare.

18.3. UTILAJE PENTRU DUBLARE, CAȘERARE ȘI ELECTROPLUȘARE

Prin cașerare se înțelege dublarea a două straturi din materiale diferite, care prin lipire formează un material textil nou. Realizarea materialelor textile cașerate a apărut ca o necesitate pentru îmbrăcămintea din anotimpurile reci, datorită calităților specifice noi ale acesteia ca :

— masă redusă, rezultată din țesături și tricoturi cu un consum minim de fibre textile, rolul funcțional și fiziologic al acestora fiind completat de materialul de cașerare, care de obicei sînt folii buretoase;

— elasticitate și capacitate de revenire, care îi conferă neșifonabilitate completă;

— aspect neted, plăcut, cu capacitate redusă de a colecta praf și impurități;

— grad termoizolant foarte ridicat, datorită includerii aerului în celulele sale;

— permeabilitate bună la aer, completată cu calități fiziologice foarte bune.

După aspectul final, materialele textile dublate, se împart în două grupe : materiale care după dublare își mențin aspectul și caracterul de produs textil și materiale în care componenta textilă nu are decît rolul de suport, nefiind evidențiată în exterior (piele sintetică) pentru care suportul textil contribuie doar la îmbunătățirea proprietăților mecanice ale materialului plastic folosit pentru dublare).

Din prima grupă fac parte :

— țesăturile acoperite cu un strat de material plastic pentru impermeabilizare, ca : îmbrăcăminte de ploaie, fețe de masă, perdele ;

— țesături impregnate cu material plastic, care le modifică tușeul, făcîndu-le mai aspre sau mai elastice, cum sînt materialele pentru fețe textile destinate pentru încălțăminte ;

— țesăturile textile, care prin dublare sau impregnare își măresc rezistența sau stabilitatea în limita dorită, de exemplu covoare tufting ;

— țesături cașerate cu o altă țesătură sau cu un alt material textil, prin intermediul unui material plastic ;

— țesături care printr-un strat liant-cît și prin încorporarea unui pigment sînt în același timp întărite și colorate, de exemplu țesăturile din fibre de sticlă vopsite și finisate într-o singură baie.

Materialele în strat dublu sînt formate din material textil și material plastic: cele cașerate din material textil — material plastic — material textil; cele electroplușate din material textil — material plastic — fibre; piele artificială din material plastic în strat gros — material textil.

18.3.1. Utilaje pentru dublare

Alegerea dispozitivului pentru acoperirea materialului plastic pe o suprafață textilă, este condiționată de consistența substanței de dublat (care poate fi sub formă de soluție, pastă, praf, granule) de efectul urmărit, de grosimea stratului și de structura și caracteristicile mecanice ale țesăturii utilizate.

18.3.1.1. Utilaje bazate pe impregnarea pe ambele părți ale materialului, prin fulardare

Cel mai simplu utilaj pentru aplicarea materialului plastic cu viscozitate mică pe un suport textil este fulardul cu doi cilindri de stoarcere, prin care este condusă țesătura după impregnarea în dispersia apoasă și apoi uscarea într-un canal cu aer cald sau alt sistem de uscare. Cantitatea aplicată se reglează prin conținutul de material plastic din soluție și de asemenea prin presare și stoarcere. Pătrunderea materialului plastic în țesătură nu depinde numai de grosimea produsului textil ci și de capacitatea lui de udare, din soluție utilizată, cît și de viscozitatea ei.

18.3.1.2. Utilaje pentru aplicarea numai pe o parte a materialului plastic

În această variantă, țesătura vine în contact cu suprafața unui cilindru a cărui jumătate inferioară este imersată în masa plastică, de viscozitate mică sau mijlocie, pe care o aduce pe suprafața țesăturii printr-o mișcare de rotație (fig. 460). Cantitatea aplicată și gradul de pătrundere sînt determinate de viscozitatea masei plastice, de sensul de rotație al cilindrului imersat în cadă, de direcția de deplasare a țesăturii, cît și de

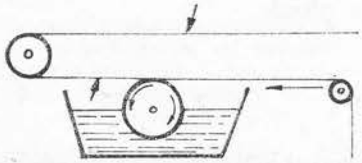


Fig. 460. Mașină pentru peliculizarea materialelor textile.

o eventuală raclare aplicată fie pe cilindru, fie pe țesătură. Spre deosebir de procesul de impregnare prin fularde, cu acest utilaj se pot realiza du blări pe o singură parte a țesăturii, procedeu folosit in special la covoare stofe de mobilă sau tricotaje, dar și pentru întărirea pe o singură parte

unor țesături cu efecte de spații libere, fără ca materialul plastic să le acopere (metodă aplicată la rigidizarea, prin impregnare a țesăturilor tip etamină, la care firele de țesătură — ale acestor materiale subțiri — se deplasează ușor chiar pe războiul de țesut).

18.3.1.3. Utilaje bazate pe acțiunea de stropire

Aceste utilaje se folosesc pentru apretarea tulului, pentru aplicarea apreturilor contra alunecării covoarelor pe dos și pentru îmbunătățirea dublărilor moi.

18.3.1.4. Utilaje pentru dublarea directă pe materialul textil, cu raclu suspendat pe cilindru

Frecevent se folosește dublarea directă pe produsele textile prin întinderea masei plastice sub formă de pastă direct pe țesătură cu ajutorul unui raclu. Raclul poate fi așezat deasupra unui cilindru din cauciuc sau din oțel servind ca element de sprijin (fig. 461).

Fig. 461. Variante de peliculizare cu raclu pe cilindru, pe bandă transportoare, pe țesătură (suspendat).

Deoarece țesătura nu poate devia spre partea inferioară, metoda se poate aplica pastelor cu vîscozitate mare. Din cauza rigidității cilindrului, există pericolul ca racleta să permită ca eventualele corpuri străine să lase urme pe suprafața stratului dublat. De aceea, se preferă racleta cu pînză cauciucată. Țesătura se deplasează peste o bandă cauciucată fără fine, care se deplasează în aceeași direcție cu țesătura și a cărei tensiune este reglabilă.

Folosirea racletei fără să se sprijine pe vreun dispozitiv — raclul suspendat — pe bandă transportoare, permite deplasarea țesăturii și presarea ei pe racletă numai prin tensiune longitudinală. Prin această metodă se aplică straturi subțiri cu produse de vîscozitate mijlocie, cum sînt cele destinate pentru haine de ploaie.

18.3.1.5. Utilaje pentru dublare cu pulberi

Pe acest utilaj (fig. 462), materialul plastic (PVC) este transportat de un sistem de cilindrii cu sensuri inverse de rotație și este aplicat pe suportul textil în grosimea reglată prin distanța între cilindri, independent de grosimea țesăturii suport. Dispozitivul permite aplicarea unor straturi groase.

18.3.1.6. Dispozitiv de dublare prin orificii

Dispozitivul se folosește la aplicarea maselor plastice cu vîscozitate mică. Dispozitivul este format dintr-o cadă așezată perpendicular pe direcția de deplasare a țesărurii (fig. 463), din care masa plastică, curge printr-un orificiu în grosime reglabilă și fără presiune sau cu o presiune

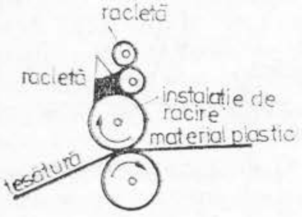


Fig. 462. Dispozitiv pentru peliculizare cu cilindri ce se rotesc în sens invers.

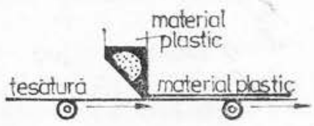


Fig. 463. Dispozitiv pentru dublare prin orificii.

foarte mică. În cazul prelucrării unor mase mai dense, este necesar să se încălzească electric, materialul plastic, spre a-l aduce în stare fluidă.

Cu ajutorul dispozitivelor de mai sus se poate realiza peliculizarea, dublarea, cu pulbere de material plastic, prin completarea lor cu dispozitive speciale. Materialul plastic se dozează printr-un cilindru cu canale adînci fig. 464, grosimea stratului fiind determinată de viteza cilindrului și de viteza țesăturii. Pe același principiu se aplică dublările pe dosul covoarelor.

18.3.1.7. Dispozitive bazate pe calandrarea cu cilindri încălziți

Materialul plastic solid, calandrat la grosimea unei folii, se aplică pe suportul textil (fig. 465).

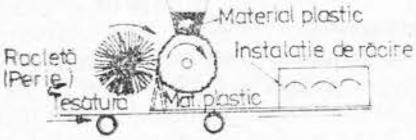


Fig. 464. Dispozitiv pentru peliculizare prin dozare cu cilindru canelat și raclu sub formă de cilindru cu perii.

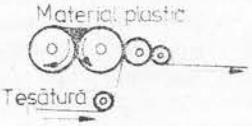


Fig. 465. Dispozitiv pentru peliculizare prin calandrare cu cilindrii încălziți.

Dispozitivul cu extrudere. Dublarea prin extrudere constă în aplicarea foliei — produsă prin extrudere dintr-o duză cu deschidere largă — pe suportul textil, cu ajutorul unui dispozitiv de calandrare cu răcire (fig. 466).

Toate aceste procedee de dublare pot fi utilizate și pentru lipirea a două țesături cu ajutorul unui material de dublare, adică pentru cașe-

rare. Atunci cînd materialul de lipire este un material sintetic termoplastic, cea de a doua țesătură se aplică imediat ce s-a produs plastifierea, adică înainte de răcirea materialului plastic, procedeu ce poartă numele de cașerare uscată (fig. 467).

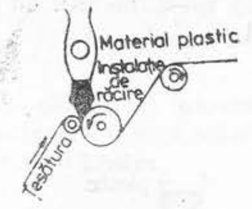


Fig. 466. Dispozitiv de dublare prin extrudere.

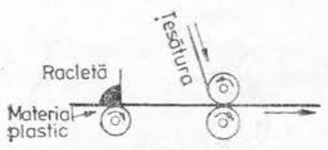


Fig. 467. Dispozitiv de cașerare.

La cașerarea umedă se aplică o masă plastică în soluție sau dispersie, peste care se așează cea de a doua țesătură înainte de evaporarea solventului, iar materialul laminat este uscat prin căldura de contact a suprafețelor încălzite sau prin canale termice cu aer cald.

18.3.1.8. **Mașina de cașerat Zimmer**

Această mașină utilizează principiul de cașerare pentru aplicarea materialului la cald, într-o singură trecere. Mașina are o construcție specială cu comandă electronică și sistem modern de reglare, putînd prelucra materiale pînă la o lățime de 2 150 mm.

Materialele plastice sub formă de praf sau granule, ca PVC, polietilenă, poliacetat, cauciuc termoplast etc. sînt debitate între doi cilindri încălziți, apoi sînt topite și aplicate pe suportul folosit.

Materialul cașerat este răcit și înfășurat, putînd fi totodată prelucrat, pentru a fi gofrat, lustruit sau imprimat.

Pe mașină se poate monta un al doilea cilindru debitor, cu care se poate aplica al doilea strat identic sau un strat diferit de primul.

Mașina asigură depunerea straturilor de grosimi variabile, de la impregnarea cea mai fină — abia vizibilă — pînă la straturi groase, rezistente la uzură, la viteze de lucru de 3—60 m/min.

18.3.2. Utilaje pentru aplicarea spumelor poliuretanice

Primele spume au fost cele din latex și PVC. Unele caracteristici ale lor limitau aplicarea din cauza îmbătrînirii spumelor de latex, a rigidității spumelor de PVC, cît și a imposibilității de a le supune unei curățiri cu solvenți, motiv pentru care au fost înlocuite cu spume poliuretanice, în vederea obținerii articolelor pentru confecții de mobile și pentru industria automobilelor.

Spumele poliuretanice rezultă din amestecul mai multor reactivi lichizi în urma căruia au loc simultan două reacții chimice contradictorii, una

care tinde să-l transforme în materie solidă și cealaltă care elberează gaze. Expansiunea durează unu pînă la două minute. Pe partea în contact cu aerul se formează o pojghiță cu atît mai groasă cu cît creșterea temperaturii datorită reacțiilor exoterme este mai mică. Dacă amestecul este aplicat pe un suport textil, el va pătrunde în fibră datorită fluidității și agenților activi de suprafață pe care îi conține. După reacție, suprafața va fi mai rigidă și mai dură. Pentru utilizarea spumei poliuretanice în strat subțire, este necesar să se taie din blocuri de dimensiuni mari, obținute pe mașini speciale, foi de grosime de la 1 la 1,5 mm. Lungimea blocurilor ajunge pînă la 1 m.

Spumele poliuretanice se caracterizează printr-o densitate aparentă mică, 20—50 kg/m³. De exemplu, o folie de 2 mm grosime și 60 g/m² are o densitate de 30 kg/m³.

Prin structura lor celulară spumele poliuretanice, constituie un excelent material termoizolant. O foaie de 2 mm grosime are același efect de protecție ca și o țesătură de lînă de 400—500 g/m². În procesul de cașerare se utilizează două tipuri de folii S și T, care se deosebesc între ele prin aspect și tușeu. Foliile T au un tușeu mai moale, în schimb foliile S sînt mai rezistente la solicitările care intervin în timpul curățirii chimice. La noi în țară, la I.C.T.B. se folosesc folii tip S.

Fiecare celulă a spumei, avînd forma unui poliedru, îi oferă o mare permiabilitate la aer. După felul materiei prime din care se obține și metoda de prelucrare, spumele poliuretanice au o structură celulară, poroasă ale cărei celule pot fi deschise sau puțin închise. Foliile pe bază de polimer sînt mai suple decît cele din spumă pe bază de poliester. În plus, aceste materiale prezintă și următoarele proprietăți: nesifonabilitate, elasticitate, posibilitatea de curățire cu apă sau cu solvenți; stabilitatea dimensiunilor și a formei. Dacă îngălbenirea provocată de lumină, nu se datorește unei alterări, este recomandabil să nu se aplice spume pe țesături transparente sau ajurate. Spumele poliuretanice se diferențiază prin structură, moliciune, formă și mărimea porilor. Rășinele poliuretanice dau o folie tare, rigidă (duromer), iar cele cu structură liniară, o folie moale cu flexibilitate corespunzătoare (electromer).

Foile de spumă se utilizează ca izolanți, prin aplicarea lor între două țesături. Prin creșterea grosimii între 3 și 5 mm a stratului de spumă, ansamblul devine rigid și de multe ori neutilizabil. Acest inconvenient poate fi înlăturat prin aplicarea pe ambele părți ale spumei de grosime mică a unui smoc de fire (acrilice, poliesterice) care apoi sînt tăiate la înălțimea dorită. Fibrele astfel introduse în spumă formează o suprafață poroasă cu proprietăți termoizolante foarte bune. Spuma conferă astfel formă, nesifonabilitate, stabilitate și o bună izolație. Fibrele măresc grosimea materialului, și prin aceasta îmbunătățesc izolația, fără să modifice supletea.

Prin lipirea unei folii de spumă pe o țesătură, se obțin asamblări, care vor avea sensibil totalitatea proprietăților a două materiale. Însăși operația are scop dublu: să confere țesăturilor proprietăți noi (izolație termică, nesifonabilitate) și să reducă elementul textil în avantajul spumei care este mai puțin costisitoare.

Alegerea calității spumei și grosimea foii depinde de caracteristicile urmărite și de obținerea asamblării spumă/țesătură. De aceea, pe lîngă

țesături cu greutate mică și subțiri, se întrebuințează din ce în ce mai mult tricoturi. Oricare ar fi materialele textile ele se stabilizează la căldură înainte de operația lipirii, la temperaturi ridicate de 80...150°C.

Foliile de spume poliuretanice se aplică pe materialele textile prin mai multe procedee: prin cașerare; prin lipirea pe cale uscată, adezivul fiind adus direct cu ajutorul unui solvent; prin lipire pe cale udă, adezivul fiind adus dintr-o emulsie apoasă; cu flacără, prin lipirea unui strat subțire pe folia de poliuretan.

Asamblările cu spumă sînt utilizate și pentru obținerea efectelor speciale: rezistență la alunecare în cazul covoarelor; efecte de capitonare pentru garniturile automobilelor sau la îmbrăcămintea pereților; izolație fonică.

Proprietățile articolelor prefabricate sînt influențate sensibil de modul de asamblare.

Tipuri de instalații pentru asamblarea spumei poliuretanice pe materiale textile

Instalațiile cu arzător de gaz, cu flacără, prin sudură termică, contralipire. Se bazează pe încălzirea foii de spumă de către flacăra arzătorului — care are temperatură de 1 500 °C, la o temperatură de 350 °C pe suprafața materialului, care se topește și se strînge în picături fine, moment în care, țesătura este așezată peste spumă, sub o presiune redusă cu ajutorul unui calandru și menținută pe calandru, cîteva ore pentru răcire (fig. 468).

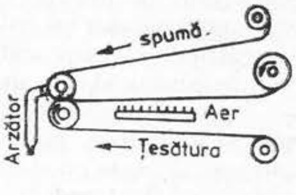


Fig. 468. Instalație de cașerare cu arzător.

Pentru cealaltă față, operațiunea se repetă: prin topire, spuma servește ca adeziv, a cărui aderență depinde înainte de toate de grosimea care a fost topită (0,3—0,7 mm). Modificarea grosimii se reglează prin viteza de avans a foii sau a arzătorului. Deoarece lipirea se realizează prin puncte, ansamblul obținut este permeabil la aer și conservă o suplețe apropiată cu aceea a materialelor de la care s-a pornit.

Viteza de lucru este 20—50 m/min, iar ansamblul astfel obținut are grosimea mai mică decît aceea ce se poate obține prin tăierea foilor din blocuri. În plus, pe această instalație se poate reduce grosimea spumei, după a doua trecere prin flacără a două țesături lipite între ele. În comparație cu produsele obținute prin lipire, acestea au o permeabilitate și elasticitate superioară.

Pe mașina Saladin instalată la întreprinderea de tricotaje și perdele Pașcani, procesul de cașerare pentru materiale destinate capitonării auto-

turismelor OLCIT, procesul se desfășoară după schema din fig. 469, adică prin încălzirea concomitentă a ambelor părți ale foliei de spumă poliuretanică, după care urmează lierea celor două foi de țesături, răcirea pe un cilindru perforat, și apoi decuparea lizierelor și rularea.

Instalația cu tunel de uscare și lipirea cu ajutorul unui adeziv. Pentru lipire se folosesc cleiurile de poliuretani în mediu de acetat de etil. Deoarece acest solvent determină umflarea spumei, el trebuie evaporat înainte de operația de lipire. Cleiul are rolul de adeziv și se va solidifica încet prin reticulare.

Aplicarea cleiului pe țesătură sau foaia de spumă se realizează cu un raclu, iar pentru eliminarea solventului, din mateialul asamblat se introduce într-un tunel cu aer cald (80...100 °C) (fig. 470). În cazul aplicării cleiului pe spumă, transportul spumei va fi realizat de o bandă transpor-

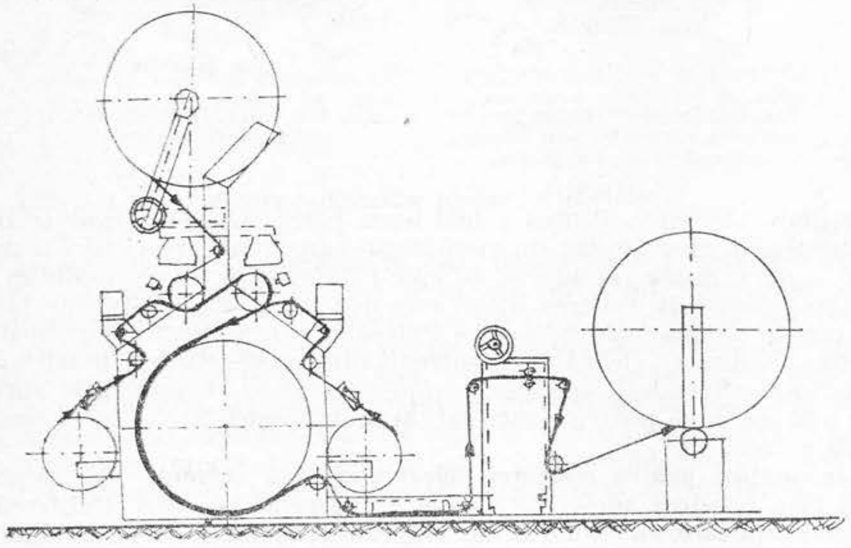


Fig. 469. Mașina Saladin pentru cașerarea materialelor textile destinate capitonării autoturismelor.

toare, pentru a evita orice deformare în timpul cît se află în stare umflată. După ieșirea din tunel țesătura și spuma sînt lipite sub o mică presiune și menținute în această stare, timp de 24 ore. Se realizează astfel

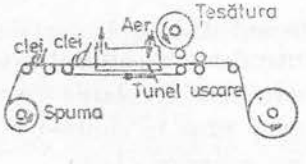


Fig. 470. Instalație de cașerare prin lipire cu adeziv echipată cu tunel de uscare.

un proces uniform care va da ansamblului de material textil-spumă, o anumită rigiditate datorită grosimii cleiului, deci și o bună impermeabilitate la aer. Asemenea durate pot fi evitate, dacă lipirea se efectuează prin puncte, așa cum se realizează în procedeul cu cilindrii.

Instalația cu cilindri (fig. 471). Datorită faptului că suprafața foii de spumă nu este netedă, ci formată dintr-o suprapunere de mici cavități rezultate în urma tăierii celulelor, la contactul foii cu suprafața laterală a cilindrului pe care se găsește clei, acesta se va depozita numai în asemenea cavități.

Instalațiile cu uscare în două faze (fig. 472). Această instalație înlătură pericolul deformării țesăturii din cauza presiunii necesare lipirii de spumă și pătrunderii insuficientă a adezivului în țesătură, din cadrul instalațiilor anterioare. Pentru o mai bună pătrundere se introduce în clei puțin solvent greu (acetat de metilglicol) care după prima fază a uscării la 60...80 °C rămîne în adeziv, pe care-l fluidizează. Deci, presiunea aplicată pe țesătură în vederea lipirii este mai mică. Restul solventului este eliminat în a doua fază de uscare. Procedeul este indicat pentru materialele fine. Utilizarea cleiurilor cu solvenți din cauza inflamabilității solventului, impun instalații speciale, complicate. Totuși asamblările obținute au o lipitură bună pentru toate calitățile de spumă, la viteze de lucru de 8—20 m/min.

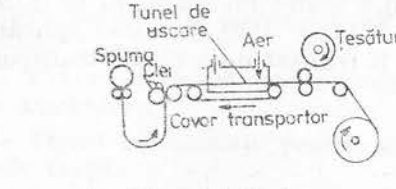


Fig. 471. Instalație de cașerare cu aplicarea adezivului prin cilindri, echipată cu tunel de uscare.

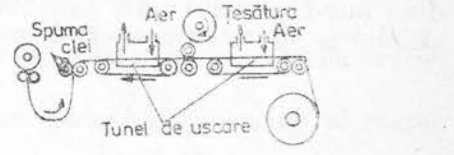


Fig. 472. Instalație de cașerare cu două tunele de uscare.

Instalațiile pentru aplicarea adezivului fără solvenți. Se caracterizează prin folosirea adezivilor acrilici în suspensie de apă. Indiferent de modul de aplicare, cu cilindru (fig. 473) sau cu racleu, apa nu este eliminată decît după lipirea țesăturii prin intermediul cilindrilor încălziți la 150°C. Prin pătrunderea adezivului în țesătură în timpul uscării, aceasta primește o rigiditate suplimentară, deci în acest procedeu nu se pot utiliza țesăturile hidrofile. Cu toate că procedeul se aplică pe instalații simple, viteza de lucru rămîne totuși mică (2—5 m/min).

Instalații cu depunerea adezivului de pe bandă transportoare pe țesături (fig. 474). După depunere, urmează lipirea spumei și conducerea asamblării prin sistemul de uscare.

În instalațiile bazate pe topire, agentul de lipire este un termoplast de polietilenă sau poliamidă. După întinderea pe una din fețele materialului de asamblat, prin pulverizarea sau prin derularea unui film, el este topit. Al doilea material textil este apoi adus în contact sub presiune și întregul ansamblu este înfășurat pe un cilindru răcit.

Dintre toate procedeele se remarcă procedeul cu adeziv, deoarece prin intermediul solventului, oferă un număr mai mare de posibilități de obținere a calității produselor cașerate.

Asamblarea prin topirea superficială a spumei nu impune instalații complicate și asigură totodată cele mai mari viteze de lucru.

Prin procedeele de asamblare cu adeziv se pot obține anumite efecte de suprafață, la lipirea cu cilindri gravați, adezivul repartizîndu-se după desenul respectiv. Asamblarea va avea în acest caz un aspect gofrat și impermeabil pentru că este realizată fără cusături.

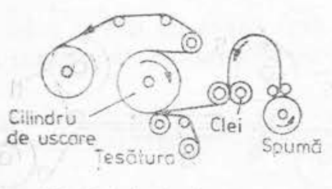


Fig. 473. Instalație de cașerare cu alimentarea adezivului de către cilindri.

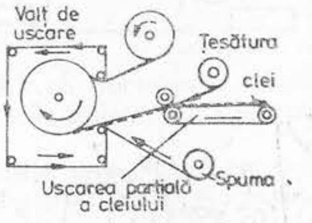


Fig. 474. Instalație de cașerare cu alimentarea adezivului de către o bandă transportoare.

18.3.3. Utilaje pentru obținerea pieilor artificiale

Aceste utilaje, în general, se bazează pe același principiu ca și utilajul pentru dublare și cașerare. Prin procedeul reversibil, materialul plastic (plastisol) este întins pe un suport, de exemplu pe o hîrtie, special preparată în acest scop, pe care se lipește după procedeul cașerării suportul textil propriuzis, iar la terminarea operației hîrtia se scoate (fig. 475). În felul acesta, fața interioară a stratului plastic devine fața propriuzisă, care în funcție de suportul de hîrtie poate fi lucioasă sau structurată. Procedeul prezintă importanță și în dublarea cu materiale plastice buretoase din PVC, întrucît el asigură o suprafață neporoasă și rezistentă.

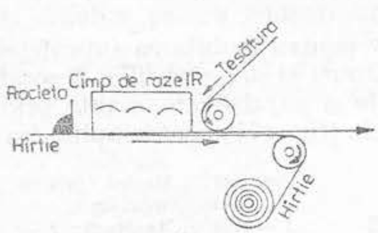


Fig. 475. Dispozitiv reversibil pentru obținerea pieii artificiale.

Plastisolul (pasta din care se obține pielea artificială) se obține din omogenizarea succesivă prin agitare a plastifiantului, continuată, cu materialul de umplutură, omogenizarea cu polimerul din PVC și în sfîrșit omogenizarea cu colorantul.

Aplicarea se efectuează în două etape, cu ajutorul raclului, urmată de tunele cu radiații infraroșii (fig. 476, *a* și *b*).

În instalațiile perfecționate sînt prevăzuți cilindri pentru călcarea prealabilă a hîrtiei folosite în ciclul anterior. În locul suporturilor plane

de aplicare al celui de al doilea strat, aceste instalații au cilindri pe care hîrtia este întinsă. Încălzirea la gelifiere este indirectă, cu radiații infraroșii care au o acțiune penetrantă bună.

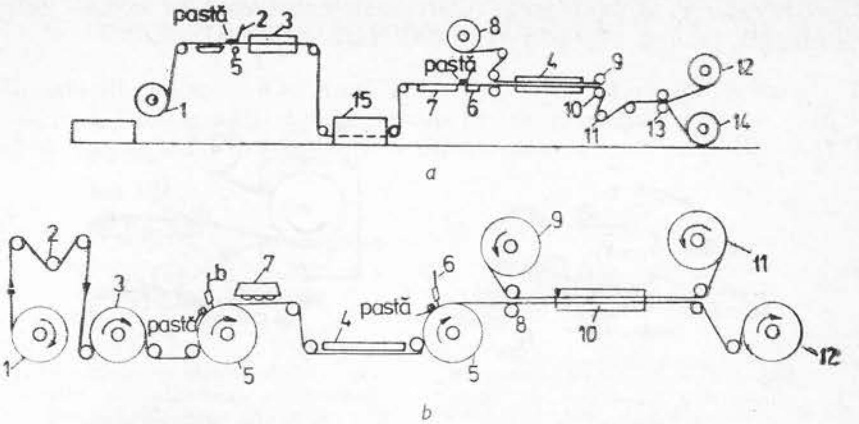


Fig. 476. Mașină pentru obținerea pieii artificiale:
a — mașină cu tunele pentru pregelifiere și gelifiere: *1* — hîrtie siliconată; *2* — raclu; *3* — tunel de pregelifiere; *4* — tunel de gelifiere; *5* — rolă limitator; *6* — blat limitator; *7* — suport hîrtie; *8* — tricot; *9* — cilindru de gofrare; *10* — cilindru de cauciuc; *11* — cilindru răcit cu apă; *12* — piele artificială; *13* — cilindru trăgător; *14* — sistem de înfășurare a hîrtiei; *15* — platformă de deservire; *16* — cilindru de presare;
b — mașină cu sistem mixt pentru pregelifiere și gelifiere: *1* — hîrtie siliconată; *2* — sistem de tensionare; *3* — cilindru încălzit pentru călcarea hîrtiei; *4* — platformă; *5* — tambur pentru raclu; *6* — raclu; *7* — cîmp de radiații infraroșii pentru pregelifiere; *8* — sistem de presare; *9* — tricot; *10* — tunel de gelifiere (încălzit cu apă la suprapresiune de 15–20 atm); *11* — piele artificială; *12* — hîrtie siliconată.

18.3.4. Utilaje pentru electroplușare

Pentru electroplușare, respectiv pentru înobilarea suprafeței țesăturii în vederea obținerii imitației de blănuri și a țesăturilor decorative, prin așezarea unui strat de fibre verticale și paralelizate, fixate prin lipire cu un liant — se folosește mașina cu raclu (fig. 477) pentru aplicarea liantului.

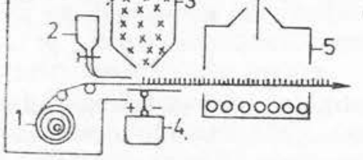


Fig. 477. Mașină pentru electroplușare:
1 — rolă cu țesătură; *2* — rezervor cu liant; *3* — conteiner cu material fibros; *4* — generator electric; *5* — uscător-policondensator.

Materialul fibros — fibre poliamidice, poliesterice, poliacrilonitrilice — în cădere dintr-un bunker printr-o fantă, este orientat pe direcția unui cîmp electrostatic și atras pe țesătura încărcată negativ, așezîndu-se perpendicular pe suprafața ei. Sub țesătură se află placa pol negativ. Țesătura este condusă apoi printr-un uscător și o cameră de condensare.

19. UTILAJE PENTRU USCARE

Materialul textil în stare udă necesită ca operațiune finală sau ca operațiuni intermediare între diversele faze de finisare, una sau mai multe uscări.

În actualele condiții energetice, prezintă importanță conducerea rațională a procesului, indiferent de locul pe care-l ocupă în cadrul fluxului tehnologic.

19.1. CRITERII PENTRU ALEGEREA PARAMETRILOR PROCESULUI DE USCARE

De alegerea corectă a parametrilor procesului de uscare depinde randamentul și durata procesului de uscare.

Asupra parametrilor agentului de uscare (t_0 și φ_0) la intrarea în bateria de încălzire, prea puțin se poate interveni, întrucît ei depind de condițiile climatologice, respectiv de parametrii din sala de lucru. Prezintă însă importanță alegerea parametrilor aerului la ieșirea din uscător, t_2 și φ_2, parametrii aerului la intrarea în uscător (ieșirea din bateria de încălzire) t_1 și φ_1 fiind condiționați de natura fibrei.

19.1.1. Analiza pentru temperatură constantă

Pentru t_2 = constant, (fig. 478), la valori mici ale umidității relative φ_2, din diagrama *I-x*, rezultă valori mici ale conținutului de umiditate x_2,

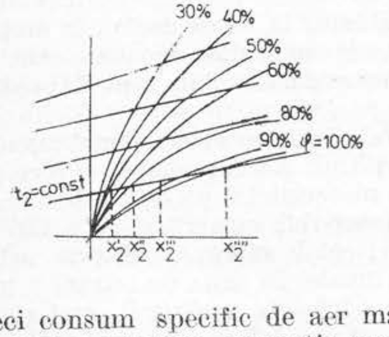


Fig. 478. Analiza parametrilor procesului de uscare.

deci consum specific de aer mare, conform relației $l = 1/x_2 - x_0$, și de asemenea consum energetic mare pentru ventilator și consum ridicat de

abur pentru încălzirea aerului. În procesul de uscare se urmărește ca la aceeași cantitate de aer, respectiv la același consum specific de aer, să se îndepărteze o cantitate cît mai mare de umiditate, din material, adică aerul la ieșirea din uscător să aibă un conținut de umiditate x_2 cît mai mare. Acest fapt este posibil prin alegerea inițială pentru proiectare a unei umidități relative φ_2 cît mai mare. Alegerea unei umidități relative φ_2 mari duce implicit și la un consum mai mic de agent de uscare.

Din punct de vedere al conținutului caloric al aerului, valorile mici pentru φ_2 dau o diferență de entalpie ΔI mică și invers, însă creșterea diferenței de entalpie ca urmare a creșterii lui φ_2 este compensată de scăderea lui l, deoarece în final $Q = L\ \Delta I$ și $L = l\ W$.

19.1.2. Analiza pentru umiditate relativă constantă

Pentru φ_2 = constant, cu creșterea lui t_2, pe diagrama I-x, se constată că valoarea lui x_2 crește, deci se îndepărtează o cantitate mai mare de apă din uscător împreună cu aerul. Însă temperaturile mari la ieșirea din uscător nu sînt recomandate întrucît conduc la fenomenul de suprauscare, în afară de faptul că se măresc pierderile de căldură, prin căldura purtată de agentul de uscare la ieșirea din uscător.

Prin urmare rezultă că, cu cît φ_2 și t_2 vor fi mai mari, cu atît consumul specific de aer va fi mai mic și cantitatea de apă evaporată mai mare. De pe diagrama I-x se observă că, creșterea lui I_2 duce la creșterea consumului de energie calorică. Pentru reducerea consumului de căldură și evitarea fenomenului de suprauscare se recomandă uscarea în trepte (zone) prin care se realizează aceleași valori ale lui x_2 ca și în cazul unei zone, dar la o temperatură mai mică.

Nici valoarea lui φ_2 nu poate fi mărită oricît, pentru că, o dată cu creșterea lui, crește și saturarea aerului cu umiditate, fapt ce mărește durata de uscare și scade randamentul uscătorului. Pentru majoritatea materialelor textile, φ_2 se alege între 45...55% iar t_2 sub 100°C, funcție de natura fibrei, cu condiția să nu se producă suprauscarea.

În uscătoarele cu zone, agentul de uscare parțial saturat cu umiditate este din nou încălzit și condus încă odată peste materialul supus uscării. Se folosește deci recircularea aerului pe zone, care poate fi repetată de cîteva ori, înainte ca aerul să părăsească uscătorul. Fiecare zonă este prevăzută cu baterii proprii de încălzire și ventilatoare ca și cum ar fi un uscător independent.

Pe lîngă reducerea consumului de căldură, în cazul uscării în trepte, se realizează și o reducere a cantității de aer recirculat, deoarece cantitatea de apă conținută într-un kg de aer crește considerabil, față de uscarea simplă într-o singură treaptă.

În majoritatea uscătoarelor care lucrează în proces continuu, agentul de uscare circulă în contracurent cu materialul. Aerul proaspăt și rece pătrunde în uscător, în apropiere de ieșirea materialului pe care îl întîlnește complet uscat. Datorită acestui fapt materialul este răcit și părăsește uscătorul cu o temperatură redusă. Pericolul suprauscării este astfel înlăturat și materialul primește un tușeu moale. În zona de intrare a materialului, acolo unde aerul de evacuare părăsește uscătorul, materialul este uscat cu aerul care are temperatura și umiditatea cea mai ridicată.

Asupra rentabilității procesului de uscare, o influență hotărîtoare o are fenomenul de transmitere a căldurii de la agentul de uscare la materialul supus uscării. O dată cu creșterea coeficienților de transfer de căldură, crește și randamentul uscătorului, pentru același consum de energie, fiind cunoscut faptul că transmiterea căldurii depinde de stratul de vapori saturați care se află la suprafața țesăturii ude. Modificarea sau distrugerea acestui strat intensifică procesul de transfer și deci procesul de uscare.

Din acest punct de vedere, se întîlnesc trei variante principale ale procesului de uscare : cu circulația aerului pe direcție longitudinală față de țesătură ; cu circulația aerului pe direcția transversală și cu circulația aerului perpendicular pe suprafața țesăturii (fig. 479, *a* și *b*).

În prima variantă, la uscătoarele vechi nu se poate realiza o îmbunătățire a transferului de masă și de căldură, chiar dacă se folosesc viteze mari ale agentului de uscare, deoarece stratul superficial de vapori saturați devine mai gros atunci cînd viteza aerului crește, datorită circulației longitudinale a aerului în echicurent cu țesătura, și deci se diminuează valorile coeficientului de transfer de căldură.

În scopul îmbunătățirii procesului de uscare, pentru micșorarea stratului limită, circulația aerului a fost modificată și anume pe direcția transversală a țesăturii, iar mai tîrziu prin ajutaje pe direcția perpendiculară a țesăturii (mașinile Brückner, Artos (fig. 479, *c*, *d* și *e*) etc.) și ulterior în strat fluidizat. Datorită acestor modificări în circulația agentului de uscare, stratul superficial de vapori este modificat, îmbunătățindu-se transferul de căldură. Crește într-o oarecare măsură însă consumul de energie pentru ventilatoare. Acesta poate fi redus prin micșorarea traseului aerului și prin mărirea secțiunilor de trecere pînă la camera de uscare. În funcție de varianta aleasă, se calculează coeficienții parțiali de transmitere a căldurii.

De conducerea rațională a procesului de uscare depinde calitatea produselor uscate și consumul de energie. Dacă pentru uscarea unui material de la o umiditate de 150% — 86% consumul specific de abur este de 2 kg abur/kg apă evaporată, pentru uscarea de la 12% la 7,9% consumul specific de abur crește la 27,9 kg abur/kg apă evaporată, iar pentru uscarea de la 5 la 4% consumul specific ajunge la 215 kg abur/kg apă evaporată. Pentru acest motiv este necesar ca uscarea să fie întreruptă în momentul în care s-a atins umiditatea normală (repriza) caracteristică fiecărui material textil. O suprauscare poate duce nu numai la o creștere considerabilă a consumului de energie dar și la degradarea materialului textil. Prezintă importanță și temperatura materialului umed.

Factorul care determină eventualele degradări ale materialului textil nu este niciodată temperatura, ci umiditatea mică a materialului.

19.2. EXTINDEREA DOMENIULUI DE APLICARE A DIAGRAMEI I-X PENTRU AERUL UMED LA MATERIALE UMEDE

Pe baza analogiei dintre parametrii aerului umed și ai materialelor textile umede se poate extinde utilizarea diagramei pentru studiul comportării materialelor textile umede în diferite procese de tratare din fini-

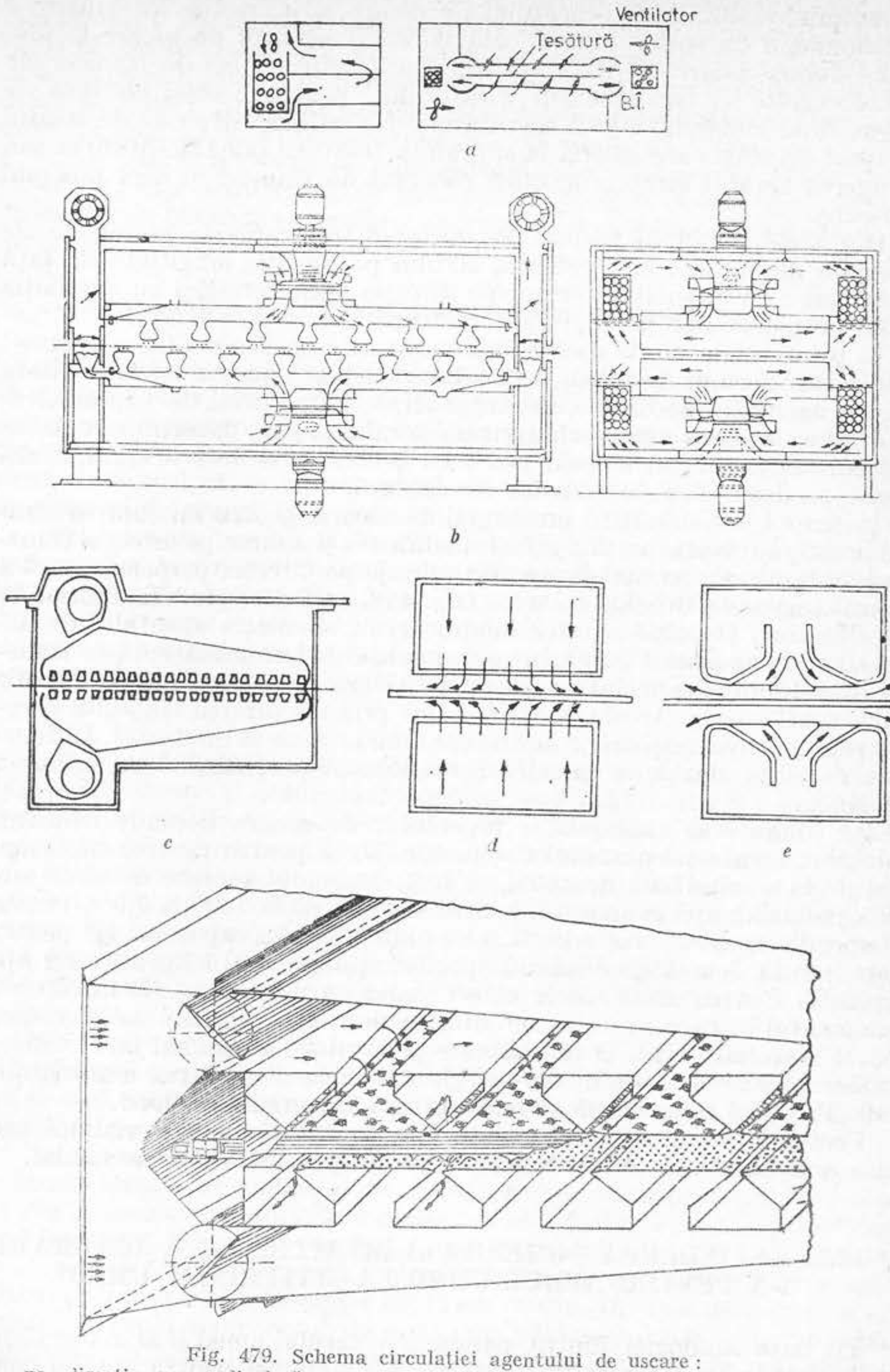


Fig. 479. Schema circulaţiei agentului de uscare:
a — pe direcţia perpendiculară a materialului textil; *b* — cu recircularea agentului de uscare; *c, d, e* — variante de recirculare a agentului de uscare.

sarea textilă. Cunoașterea corelațiilor dintre temperatura și umiditatea materialelor textile, și interacțiunea lor cu mediul de tratare este determinată în procesele de uscare și de aburire pentru fixarea coloranților.

Cei doi parametri ai materialului textil, conținutul de umiditate și temperatura sînt condiționați de transferul de căldură și de umiditate, ce are loc între materialul textil și mediul de tratare care poate fi abur saturat, abur supraîncălzit, aer, amestec de abur — aer, gaze de ardere etc. Variația conținutului de căldură a materialului textil umed la rîndul ei este determinată atît de procesele de încălzire sau răcire cît și de variația căldurilor de reacție (endoterme sau exoterme) rezultate din procesul respectiv.

Pentru cazul general, variația conținutului de căldură se poate exprima prin relația cunoscută :

$$d_q = c\,G\,dt,$$

sau după completare, cu formula generală :

$$q = g\,c_m\,\Delta t \pm \Sigma q_n,$$

în care : q_n, reprezintă variația căldurii care însoțește procesul.

Aplicată materialelor textile umede relația de mai sus devine :

$$I_{(1+x)} = (t_2 - t_1)\left(c_{mt} + \frac{x}{100}\right) \pm q_v + q_r,$$

în care : $I_{(1+x)}$ reprezintă conținutul de căldură al țesăturii umede pentru un kg de material textil uscat ;

t_1 și t_2 — temperaturile inițiale și finale ale procesului considerat ;

x — conținutul de umiditate în procente, raportat la materialul uscat ;

c_{mt} — căldura specifică a materialului textil ;

q_v — variația de căldură datorită influențelor fizice, raportată la un kg de material textil uscat ;

q_r — căldura de reacție endotermă sau exotermă raportată la un kg de material textil uscat.

Reprezentarea proceselor pe diagrama $I-x$ pentru materialele textile umede se bazează pe același principiu ca și pentru aerul umed.

Pentru materialele textile umede în diagramă sînt reprezentate procesele de impregnare (umidificare), de încălzire, de uscare, de răcire și de aburire.

Procesele de impregnare, respectiv umidificarea materialului textil se desfășoară pe izoterme (porțiunea 1—2) (fig. 480).

Procesul de încălzire, evoluează pe segmentele 2—3, 3′—3″. Acest proces prezintă însă unele particularități și anume : reprezentarea începe pe liniile de conținut de umiditate constant și deviază corespunzător creșterii conținutului de umiditate al țesăturii în urma condensării aburului pe țesătură, deoarece variația conținutului de umiditate Δx, evident

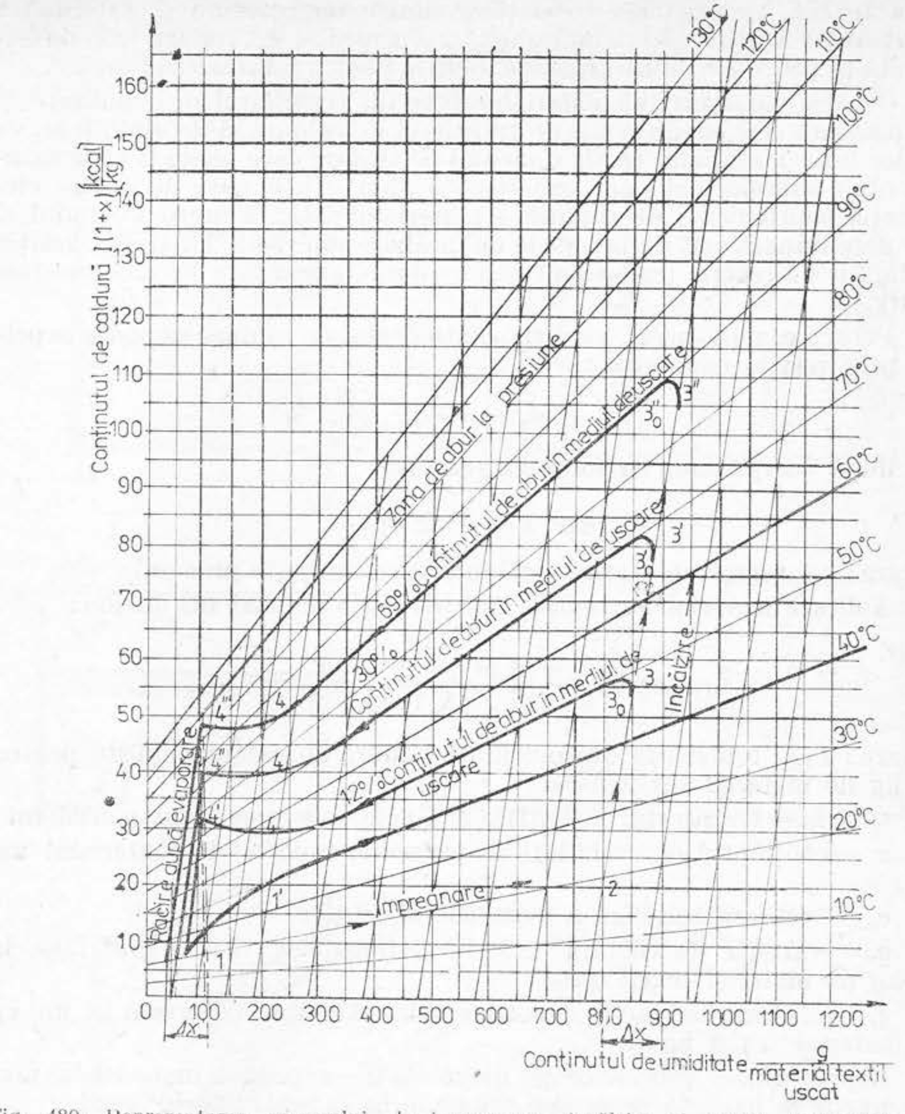


Fig. 480. Reprezentarea procesului de impregnare, încălzire și uscare (evaporare) pe diagrama $I-x$.

depinde de natura și parametrii agentului de încălzire (abur saturat, abur supraîncălzit, amestec aer – abur).

Procesul de uscare prin evaporare, evoluează pe izoterme superioare, porțiunea 3–4 dar și în sens invers față de procesele de impregnare și umidificare, ca urmare a reducerii conținutului de umiditate x, din materialul textil. Temperatura constantă la care are loc scăderea umidității, respectiv uscarea, corespunde cu temperatura de saturare a materialului textil și cu presiunea parțială a vaporilor de apă din amestecul abur – aer.

Procesul de răcire se desfășoară pe porțiunea 4'—1 ; 4''—1 ; 4'''—1.

Abaterile față de liniile parametrilor din diagrama *I—x* pentru aer umed sînt determinate de natura procesului și de particularitățile pe care le prezintă materialul textil, de exemplu :

La introducerea materialului textil în soluția de impregnare, temperatura acestuia fiind mai mică decît a soluției are loc ridicarea treptată a temperaturii în vederea egalării temperaturii din sistemul soluție — material textil, fenomen reprezentat pe diagramă pe porțiunea *1—1'*, după care procesul de impregnare se desfășoară la temperatură constantă. Această abatere Δt, depinde de condițiile inițiale și de natura materialului încît aliura porțiunii *1—1'* poate lua o formă bruscă de apropiere și înscriere rapidă pe izoterma corespunzătoare temperaturii soluției de impregnare sau o formă plată.

De asemenea, abaterea Δx față de conținutul constant de umiditate depinde de caracteristicile materialului textil și de parametrii agentului de încălzire. În general, abaterea crește cu creșterea temperaturii aburului, ca urmare a fenomenului de umflare pe care-l prezintă unele materiale textile.

Racordarea liniilor de conținut de umiditate constant la izoterme, (porțiunea *3*...*3°* (etc.) este determinată de valorile pe care le are temperatura, avînd forme strînse la temperaturi scăzute și mai largi la temperaturi mari.

Abaterea care are loc față de izoterma de uscare după depășirea temperaturii de saturare a materialului textil corespunzătoare presiunii parțiale a vaporilor de apă din amestecul abur — aer este reprezentată prin porțiunea *4—4'* ; *4—4''* ; *4—4'''*. În cazul unor durate suficient de lungi. temperaturile tind către atingerea conținutului de umiditate care corespunde echilibrului de saturație a materialului textil, la presiunea de vapori corespunzătoare și la temperatura de uscare.

În diagrama din fig. 481 sînt reprezentate procesele de uscare pentru diferite conținuturi de abur în aer umed (12%, 30%, 69%).

Modificările de stare cele mai importante ale acestor reprezentări sînt cele de încălzire în procesele de uscare și de încălzire în cazul tratamentelor termice în vapori de apă pe de o parte, și de evaporare ulterioară la ieșirea din uscător sau aburitor pe de altă parte. Dacă materialul textil acumulează căldură în procesul de umidificare și în cel de încălzire, ca urmare a condensării vaporilor de apă, în procesul de uscare prin evaporare, este folosită exclusiv căldura materialului umed pentru evaporarea umidității și răcire corespunzătoare a materialului.

Procesul de răcire, după uscare, fiind însoțit de evaporări, respectiv de scăderea conținutului de umiditate a materialului textil, prezintă abaterea $\Delta x'$ față de liniile de conținut de umiditate constantă din diagrama *I—x* pentru aer umed.

Pentru toate celelalte tratamente termice în stare udă sau uscată, aplicate în finisarea textilă, servesc diagramele din fig. 482. Așa cum este logic, pentru valorile mari ale conținutului de uniditate — adică pentru materiale textile umede — în partea dreaptă sînt reprezentate variațiile temperaturii și ale umidității mari — pentru materialul textil supus tratamentelor termice în stare udă — iar în partea stîngă pentru valorile

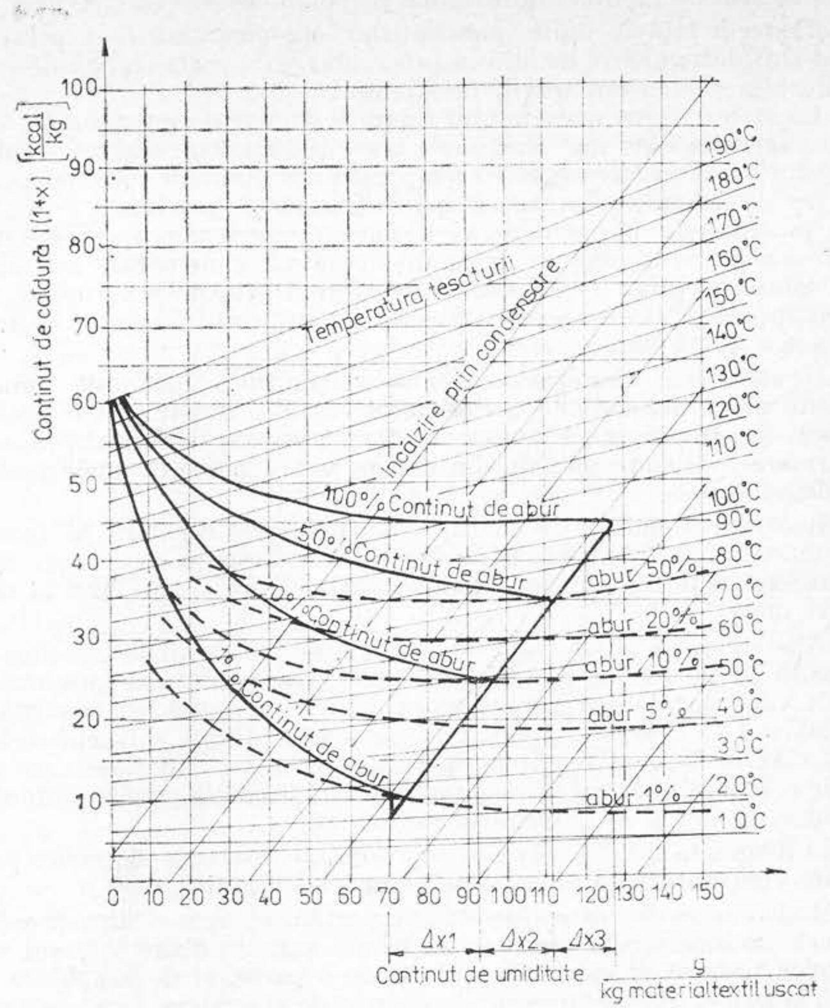


Fig. 481. Reprezentarea tratamentelor termice pe ţesături uscate.

reduse ale conţinutului de umiditate, adică pentru materialele textile uscate. O asemenea reprezentare pe diagramă arată că desfăşurarea tratamentelor termice din finisare are loc în limite restrînse ale parametrilor temperatură şi umiditate.

Procesele termice în stare udă ale materialelor textile cu încălzirea prin condensare a aburului din amestecul abur-aer, sau numai a aburului (corespunzătoare proceselor de albire, de fixare a coloranţilor prin procedeul Pad-Steam şi de aburire la imprimarea în două faze) sînt marcate în porţiunea *1* a diagramei din figură. Variaţiile stărilor fizice ale materialului la fixarea coloranţilor pe materiale uscate (după vopsire şi imprimare) la abur la presiunea normală şi uşoară supraîncălzire — aplicate de

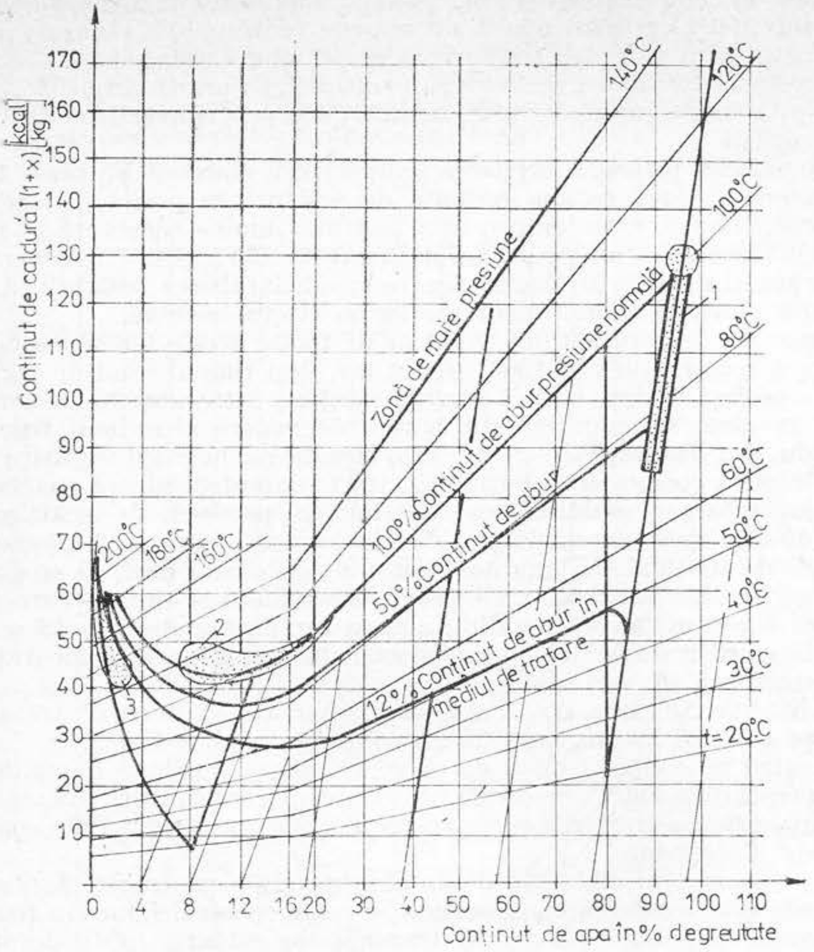


Fig. 482. Reprezentarea tratamentelor termice de finisare în abur, amestecuri de abur-aer și în aer.

exemplu în cazul imprimărilor după procedeul rongalit-carbonat de sodiu — sînt reprezentate în porțiunea *2*.

În domeniul *3* sînt indicate tratamente termice aplicate țesăturilor supuse procesului de uscare în aer puternic încălzit, corespunzător tratamentelor de policondensare, la fixarea fibrelor sintetice, și la fixarea coloranților după procedeul Termosol.

Între aceste domenii extreme, ale conținutului de umiditate, se încadrează toate celelalte tratamente pentru orice tip de fibră, domeniul de temperatură evident putînd fi depășit.

În cazul fixării coloranților reactivi și a coloranților de dispersie pentru fibrele poliesterice, cu abur supraîncălzit, respectiv a amestecului

abur-aer, la temperaturi de 150...180°C, umiditatea relativă a aburului fiind sub 100%, utilajul folosit nu impune probleme de etanşare a fantelor la intrarea şi ieşirea ţesăturii, deoarece aburul supraîncălzit nu este sub presiune. Încălzirea ţesăturii se realizează, în prima perioadă pînă la 100°C prin condensarea aburului, iar în a doua prin convecţie de la aburul supraîncălzit.

În această perioadă, creşterea temperaturii materialului peste 100°C, începe numai după ce apa reţinută de ţesătură în prima perioadă s-a evaporat, timp în care temperatura ţesăturii rămîne constantă la 100°C. Întrucît la temperatura agentului de fixare de 150...180°C fenomenul de evaporare al apei se desfăşoară foarte rapid, încălzirea ţesăturii la temperatura aburului supraîncălzit are loc în cîteva secunde.

În cazul folosirii aerului ca agent de fixare aceste fenomene de staţionare a temperaturii la 100°C nu au loc, deşi timpul total de încălzire rămîne acelaşi. Există însă, deosebiri esenţiale între uscarea în aer cald şi cea în abur supraîncălzit din punct de vedere al acţiunii fizice. De exemplu, din diagrama $I-x$ (fig. 483) rezultă că, în cazul încălzirii ţesăturii datorită condensării aburului la 100°C, interdependenţa zonală dintre temperatura şi umiditatea materialului în procesele de încălzire este total diferită decît aceea de încălzire în aer cald, care se desfăşoară pe dreptele de conţinut de umiditate constantă. Rezultă deci, că ansamblul parametrilor temperatură, umiditatea materialului şi timp — care influenţează direct multe procese din finisarea textilă este de circa 10 ori mai mare în cazul tratamentelor termice executate în abur, în comparaţie cu cele executate în aer cald.

Abaterile Δx_1, Δx_2, $\Delta x_3 \ldots \Delta x_n$ pe diagrama $I-x$ în cazul tratamentelor pe ţesături uscate, cresc la un conţinut de abur 100%.

Pentru un conţinut mare de abur, din cauza tendinţei de staţionare a temperaturii la 100°C, creşterile ulterioare ale temperaturii sînt mai mici în comparaţie cu creşterile corespunzătoare unor valori mici ale conţinutului de umiditate.

În tratamentul umidotermic de aburire după imprimare, ţesătura se încălzeşte prin condensarea aburului. Cu toate că aerul rămas în ţesătură micşorează coeficienţii parţiali de transmiterea căldurii, totuşi durata de încălzire pînă la temperatura de aburire este foarte mică, de circa 2 s.

Deoarece procesul de încălzire se desfăşoară concomitent cu cel de condensare al aburului, conţinutul de umiditate al ţesăturii creşte cu circa 5,5% parametru important şi necesar pentru iniţierea reacţiilor de fixare.

Concomitent cu începerea reacţiilor chimice mai au loc o serie de procese însoţitoare aburirii şi anume:

— încălzirea locală rapidă a ţesăturii, determinată de căldura rezultată din reacţiile exoterme, care în cazul aburirii după imprimare prin procedeul rongalită — carbonat alcalin în funcţie de conţinutul de umiditate poate influenţa diferit ansamblul procesului de fixare. De exemplu, dacă umiditatea este mare (procesul A, fig. 483. majoritatea căldurii rezultată din reacţie se consumă pentru evaporarea apei, temperatura avînd aceeaşi tendinţă de creştere în limite admisibile. La valori mici ale conţinutului iniţial de umiditate (procesul B), creşterea locală a temperaturii este foarte mare şi deci poate genera defecte în procesul normal de fixare.

În plus, la creșterea umidității materialului, contribuie și însușirile higroscopice ale fibrei celulozice și ale componentelor pastei de imprimare și deci reacțiile exoterme care au loc, influențează și procesul de uscare, cu toate că are loc creșterea temperaturii materialului;

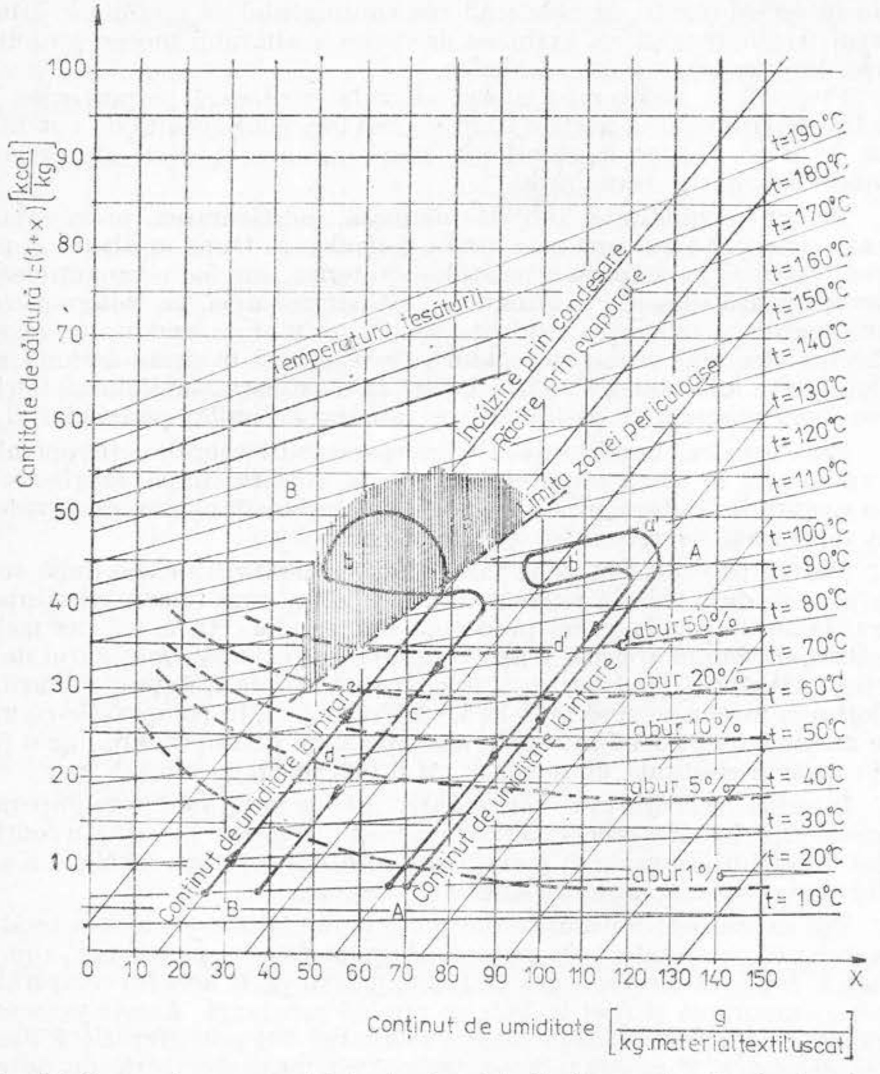


Fig. 483. Reprezentarea procesului de aburire al țesăturilor uscate, imprimate prin procedeu Rongalit-carbonat de sodiu.

— răcirea prin convecție a țesăturii cu ajutorul aburului care este cu atît mai necesară cu cît temperatura țesăturii este mai mare decît temperatura aburului;

— încălzirea prin radiații de la pereții aburitoarelor și de la tavan, poate influența negativ desfășurarea normală a procesului de fixare.

Ca urmare a ansamblului acestor procese care au loc concomitent pentru un conținut inițial de umiditate redus al țesăturii imprimate, se poate considera pentru mărimile de stare ale țesăturii „o zonă periculoasă a uscării". Pe diagramă (fig. 483), pentru procesul *B*, concomitent cu o creștere însemnată a temperaturii, marcată prin bucla ascendentă, orientată în sensul săgeții, are loc scăderea conținutului de umiditate. Din bilanțul termic rezultă că, acțiunea de răcire a aburului începe prea tîrziu după terminarea reacțiilor chimice.

Procesul de răcire cu ajutorul aburului evoluează pe porțiunea *b*, a buclei, determinînd în același timp și creșterea conținutului de umiditate, care în final, rămîne la valori mai mari (ramura *c*), decît ale perioadei inițiale de aburire (ramura *d*).

Pentru o umiditate inițială normală, desfășurarea procesului de fixare (forma *A*) nu depășește limita periculoasă. După încălzirea și umezirea țesăturii, ca urmare a reacțiilor exoterme, are loc o ușoară creștere a temperaturii (bucla *a'*), urmată de evaporarea apei, pe izoterma corespunzătoare, cu reducerea evidentă a conținutului de umiditate; apoi cu scăderea efectului termic de căldură de reacție și în urma acțiunii aburului, crește umiditatea (bucla *b'*), fără să depășească umiditatea inițială, și în final procesul se desfășoară pe ramura *d'* similar procesului *B*.

Prin urmare, importanța alegerii parametrilor optimi (temperatură și umiditate) în afara zonei periculoase, la aburirea după imprimare într-o singură fază, după procedeul rongalită-carbonat alcalin, este evidentă din reprezentările proceselor pe diagrama *I-x*.

Pentru procedeul în două faze, aburirea țesăturii începe după trecerea acesteia prin soluția reducătoare, alcalină a unui fulard, cu temperatura de 20°C (pe diagramă proces de impregnare). În acest caz trebuie încălzită în timpul aburirii și apa conținută în țesătură. Conținutul de aer inclus în țesătură fiind deci mai mic, coeficienții de trecere a căldurii, au valori mai mari ajungînd pînă la 5,8 kJ/m^2 s. grd, în comparație cu valorile maxime de 2,33 kJ/m^2 s.grd. ale procesului de imprimare într-o fază. Prin urmare și durata de încălzire va fi mai mică, de circa 1 min.

În urma încălzirii prin condensare, are loc însă, o creștere imporantă a umidității în straturile exterioare ale ei. Creșterea excesivă a conținutului de umiditate poate fi evitată prin utilizarea pentru încălzire a aburului supraîncălzit în locul aburului saturat.

Din cauza conținutului inițial mare de umiditate (la ieșirea țesăturii din fulard) independent de natura aburului folosit pentru încălzire, nu poate fi depășită temperatura de 100°C, pentru că la această temperatură începe evaporarea și deci trebuie să rămînă constantă. Aceste procese de încălzire sînt reprezentate pe diagrama din fig. 484 prin dreptele *1*, pentru abur saturat și *2* pentru abur supraîncălzit, respectiv perioada de evaporare pe izoterma de 100°C, în sensul reducerii conținutului de umiditate, porțiunile *3* și *4*. În funcție de cantitatea de apă evaporată, răcirea poate evolua pe porțiunile *5*, *6*, respectiv *7*.

Rezultă deci că la aburirea în două faze nu se ating temperaturi care să influențeze negativ procesele de reducere și fixare. Și pentru cantități sensibile de umiditate evaporată din țesătură, condițiile tehnologice rămîn nefavorabile pentru desfășurarea normală a reacțiilor chimice.

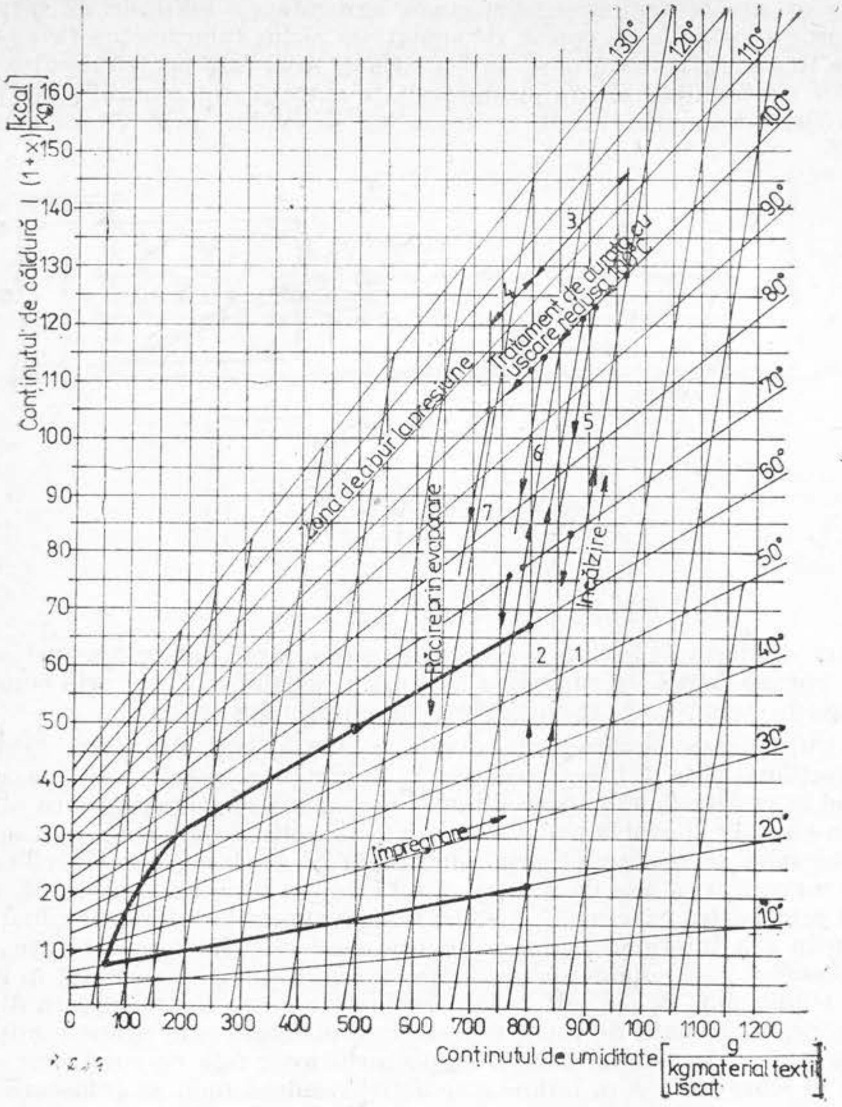


Fig. 484. Reprezentarea procesului de aburire, a țesăturilor imprimate prin procedeul de imprimare în două faze.

Pentru acest procedeu de imprimare (în două faze) aburirea nu mai reprezintă faza critică a procesului tehnologic. Fixarea rapidă a coloranților în aburitoarele fulger, prin aburirea de scurtă durată aduce și importante economii de abur.

19.3. USCĂTOARE CU SUPRAFEȚE ÎNCĂLZITE (PRIN CONTACT)

Aceste uscătoare asigură uscarea materialului prin contactul direct cu suprafața încălzită a unui grup de cilindri. Cilindrii de uscare pot func-

ţiona ca uscătoare independente sau agregate cu maşinile de întins în lăţime, cu maşinile de vopsit, de spălat, de pîrlit, fularde etc., fie ca uscătoare finale, fie ca uscătoare intermediare. Adecvate pentru uscarea ţesăturilor tip bumbac, ele au productivitate mare şi sînt rentabile din punct de vedere economic. Productivitatea lor se explică prin viteza mare de

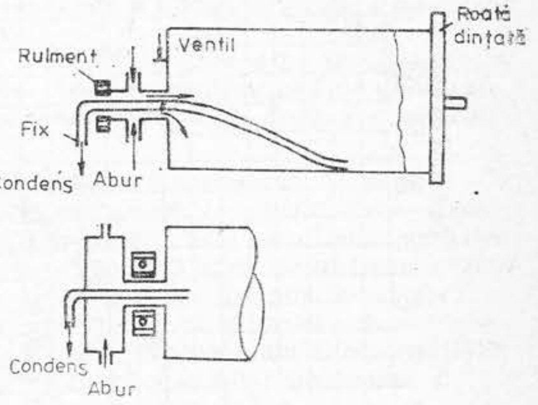


Fig. 485. Schema sistemului de încălzire a cilindrilor.

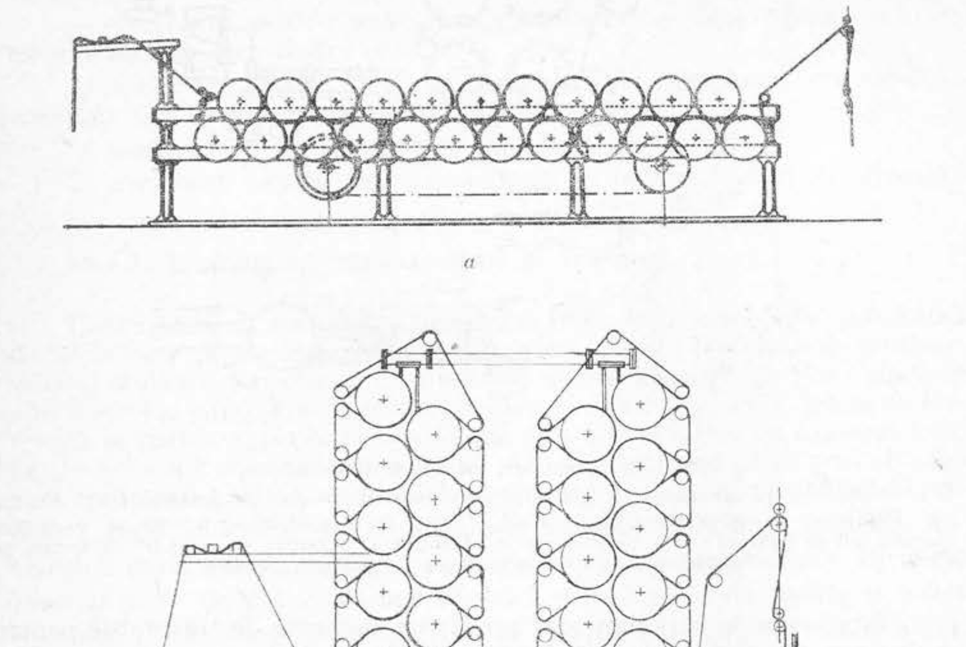
uscare — viteza de înaintare a ţesăturii pe suprafaţa laterală a unei suprafeţe aproape egală cu suprafaţa laterală a cilindrilor, cît şi prin consumul redus de agenţi pentru încălzirea pereţilor cilindrilor.

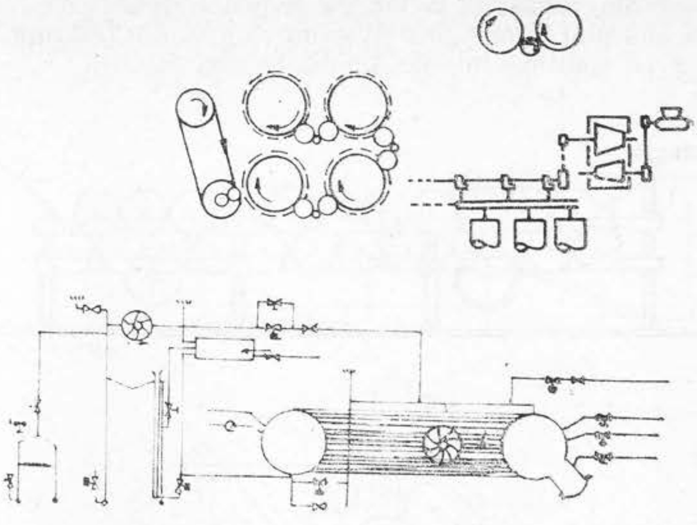
Cilindrii de uscare — de diametre 320—2 000 mm (fig. 485) sînt confecţionaţi din tablă groasă de 2—4 mm, din cupru, oţel inoxidabil, avînd la capete două capace din oţel prevăzute cu ştuţuri pentru alimentarea cu abur şi evacuarea condensului. Alimentarea cu abur şi evacuarea condensului se realizează printr-un capăt al axelor goale ale cilindrilor care servesc şi ca axe de rotaţie. Axul este dotat cu cămaşă dublă, astfel încît prin partea exterioară să se introducă aburul la interiorul cilindrului, iar prin cea interioară să se evacueze condensul la fiecare rotaţie, prin intermediul unei conducte colectoare de formă înclinată, situată în interiorul cilindrului. Pe celălalt capăt al cilindrului este fixată o roată dinţată cilindrică angrenată de roţile dinţate intermediare, care primesc mişcarea de la motor. În timpul uscării cu ajutorul unor role de conducere, ţesătura în stare întinsă în lăţime este astfel condusă încît să înfăşoare o suprafaţă cît mai mare din suprafaţa laterală, ajungînd la un unghi de înfăşurare de 280°.

Uscătoarele cu suprafeţe încălzite au cilindri grupaţi pe orizontală (fig. 486, *a*) sau pe verticală (fig. 486, *b* şi *c*). Numărul cilindrilor este de 6—30, iar acţiunea lor poate fi pe o singură parte a ţesăturii (pentru ţesăturile apretate, catifele) sau pe ambele părţi, în funcţie de modul de conducere a ţesăturii.

Cel mai mare consum de abur care este de două ori mai mare decît consumul mediu al celorlalţi cilindri — revine primului cilindru cu care ia contact ţesătura, deoarece ţesătura are temperatura cea mai mică, primul cilindru efectuînd şi încălzirea ţesăturii şi uscarea.

În ansamblu, consumul de energie se poate reduce prin îndepărtarea imediată a aburului format prin evaporarea apei din țesătură, prin insuflare de aer cu conținut mic de umiditate (fig. 486, *d*).





e

Fig. 486 Uscătoare cu suprafețe încălzite:

a — amplasarea pe orizontală a grupului de cilindri de uscare pe ambele părți ale foii de țesătură; *b* — amplasarea pe verticală a grupului de cilindri de uscare pe o singură parte a foii de țesătură; *c* — amplasarea pe verticală a grupului de cilindri de uscare pe ambele părți ale foii de țesătură de la mașina Goller.

În schema de acționare sînt prevăzute elemente de transmisie pentru reducerea turației — pînă la 7—8 rot/min, prin variatoare de viteză PIV, avînd în vedere diametrul mare al cilindrilor. În cadrul fiecărui grup de cilindri (fig. 486, *e*), transmisia intercilindrică — cu trenuri de roți dințate — asigură același sens de rotație al cilindrilor, astfel încît țesătura să aibă o deplasare continuă.

Pentru stabilirea numărului de cilindri în funcție de productivitate, conținut de umiditate inițială și finală, pe baza bilanțului termic se stabilește consumul de căldură. Din ecuația generală de transmitere a căldurii se determină suprafața laterală a cilindrilor: $Q = K\,A\,\Delta_{tm}$. Pentru α_1, calculul se conduce pentru cazul „vapori în condensare, pereți orizontali", iar pentru α_2 se ține seama de faptul că schimbul de căldură pe o porțiune de cilindru de circa 1/4 (corespunzător unui unghi de 90°) are loc de la perete spre aerul din hală, iar pe cealaltă porțiune de 3/4 (corespunzător unui unghi de 270°) are loc de la perete la țesătură și de la țesătură spre aer, cu schimbarea stării de agregare a apei din țesătură.

Constructiv, se aleg D și H în funcție de lățimea de lucru, care depinde de lățimea materialului textil.

Durata uscării prin contact cu cilindrii se stabilește cu relația:

$$\tau = 0{,}08\left(w_1 - w_2 + 180 \log \frac{w_1}{w_2}\right),$$

în care: w_1 și w_2 sînt umiditățile țesăturii înainte și după uscare, raportate la materialul absolut uscat.

19.4. USCĂTOARE CU AER CALD

După forma materialului textil, modul de lucru și sistemul de încărcare al materialului, aceste uscătoare se împart în :

— uscătoare pentru țesături și tricoturi : cu bucle (lungi, scurte), cu role mobile, cu cilindrii perforați ;

— uscătoare pentru fibre ; discontinue (cu cărucioare, cu suporți), continue (cu benzi transportoare, cu plase metalice) ;

— uscătoare pentru semifilate cu cilindri perforați ;

— uscătoare pentru fire (în sculuri, pe bobine, suluri de urzeală).

19.4.1. Uscătoare pentru țesături și tricoturi

Uscătoarele cu materialul suspendat liber, fără tensionare, sub formă de bucle lungi pe suporți purtători de lanțuri, pentru țesăturile de bumbac, mătase și pentru tricoturi, din punct de vedere constructiv, sînt similare aburitoarelor cu acțiune continuă pentru țesături (fig. 487). Bucla se formează la partea superioară între două role consecutive, cu ajutorul unui jet de aer cald trimis printr-o fantă. Aceste uscătoare oferă posibilitatea unei contracții libere a materialului pe care-l protejează de tensiunile excesive, fiind adecvate pentru țesăturile sensibile. Mărimea buclelor, numărul și pasul rolelor se alege în funcție de natura materialului. În unele construcții în timpul deplasării buclelor prin camera de uscare și rolele efectuează o mișcare de rotație pentru modificarea poziției materialului ce vine în contact cu suportul. Circulația aerului se poate realiza în cadrul unei zone sau pe întreg uscătorul în contracurent, pe linie elicoidală sau pe direcție transversală.

Uscătoarele cu bucle scurte sînt recomandate pentru uscarea materialelor care trebuie să se contracte cît mai mult în ambele direcții (urzeală și bătătură) ; țesături din celofibră, din mătase artificială, țesături mixte și în general țesăturile deosebit de sensibile la întindere în timpul uscării, deoarece în uscătoarele cu bucle lungi din cauza circulației aerului între bucle de sus în jos și din cauza greutății proprii a buclelor, aceste țesături sînt supuse unei oarecare întinderi în lungime, pe direcția urzelii (fig. 488).

Materialul, într-unul sau mai multe rînduri amplasate unul lîngă altul, este introdus fără întindere peste o pereche de lanțuri ce poartă suporții buclelor. Între viteza de alimentare a țesăturii și viteza lanțurilor este un perfect sincronism, astfel ca viteza materialului să fie mai mare decît a lanțului, pentru ca materialul să aibă posibilitatea să formeze bucla de lungimea corespunzătoare materialului supus uscării.

La rîndul lor și suporții se rotesc în jurul axei lor, în timp ce lanțurile se deplasează în camera de uscare.

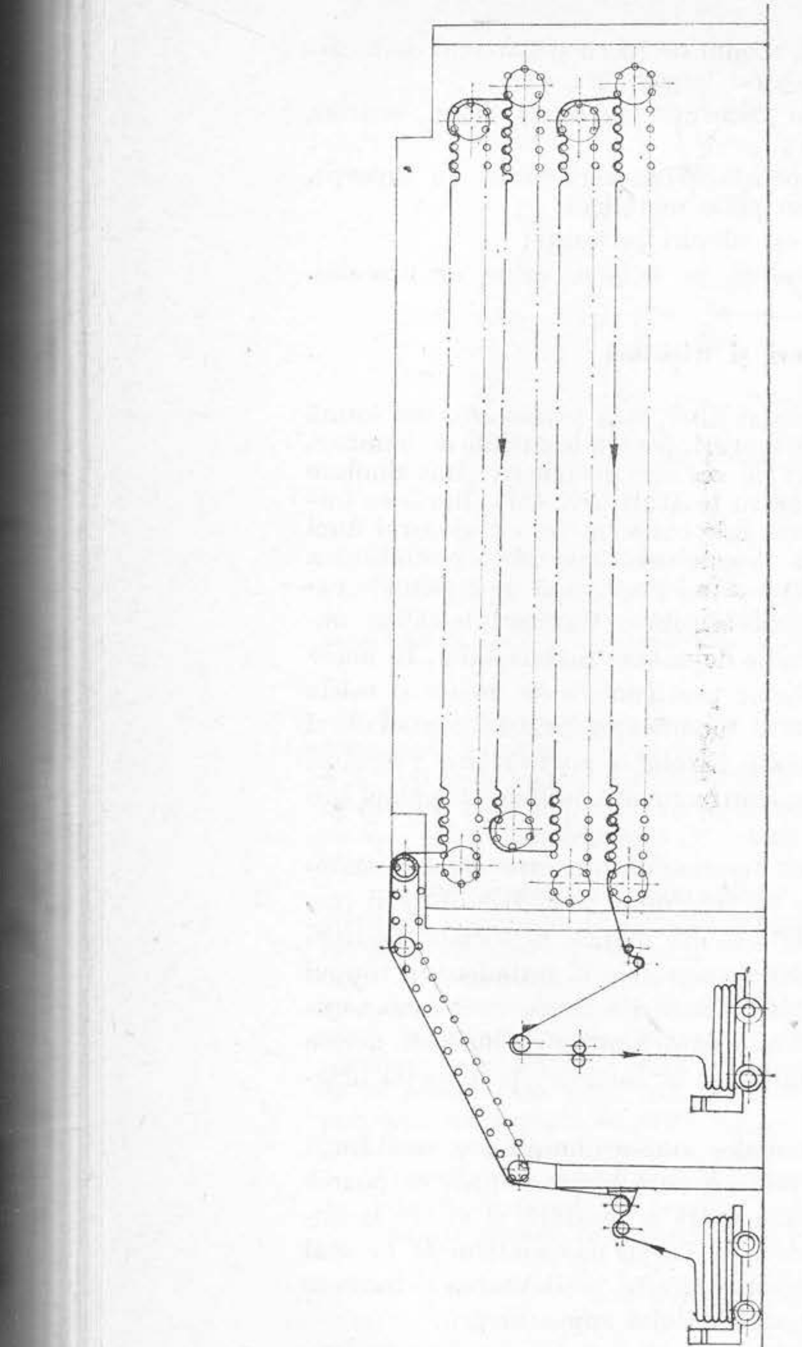


Fig. 487. Uscător cu materialul suspendat liber pe role.

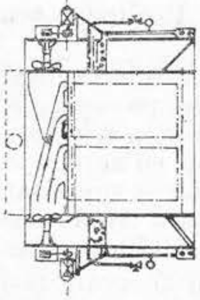


Fig. 488. Uscător cu bucle scurte.

Uscătoarele cu role mobile și fără lanțuri(Hotflue) se caracterizează prin faptul că țesătura este mișcată de rolele acționate, datorită rotației acestora în jurul axului propriu (fig. 489, *a*).

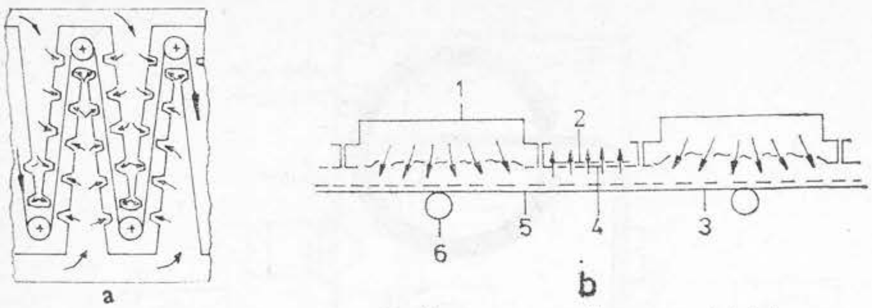


Fig. 489. Uscător cu role mobile — Hotflue : *a* — repartizarea agentului de uscare ; *b* — circulația aerului prin duze pe țesătura imprimată : *1* — duză ; *2* — placă perforată de acoperire ; *3* — material textil imprimat ; *4* — placă de evacuare aer ; *5* — bandă transportoare uscător ; *6* — rolă suport.

Uscătorul cu role mobile pentru țesături imprimate este construit pe un principiu similar, cu deosebirea că rolele sînt amplasate pe diagonalele camerei de uscare, iar bateria de încălzire și ventilatoare în afara camerei de uscare. Agentul de uscare trimis prin fante are o circulație pe direcția transversală a țesăturii (fig. 489, *b*). Uscătorul este agregat cu două camere de uscare cu role mobile, așezate pe două rînduri, pentru uscarea postavului și a pînzei însoțitoare ; cele trei uscătoare sînt agregate cu mașini de imprimat. La uscătoarele mașinilor de imprimat cu șabloane, intensificarea procesului se realizează prin duze, care debitează aerul perpendicular pe suprafața țesăturii (fig. 489, *b*). În funcție de traseul țesăturii respectiv de pasajul benzii transportoare duzele pot acționa de la partea superioară sau de la partea inferioară.

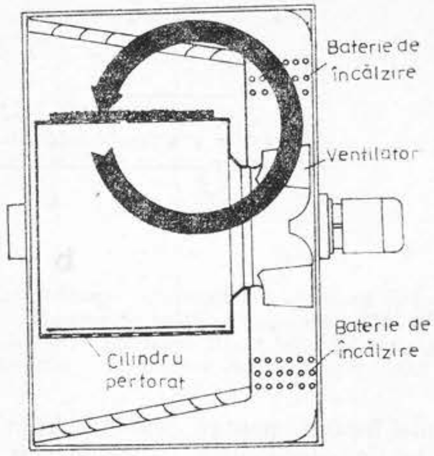
Uscătorul cu cilindri perforați servește pentru uscarea cu aer cald fără tensionare a țesăturilor de mătase, a tricoturilor, a palelor de lînă pieptănată, a covoarelor.

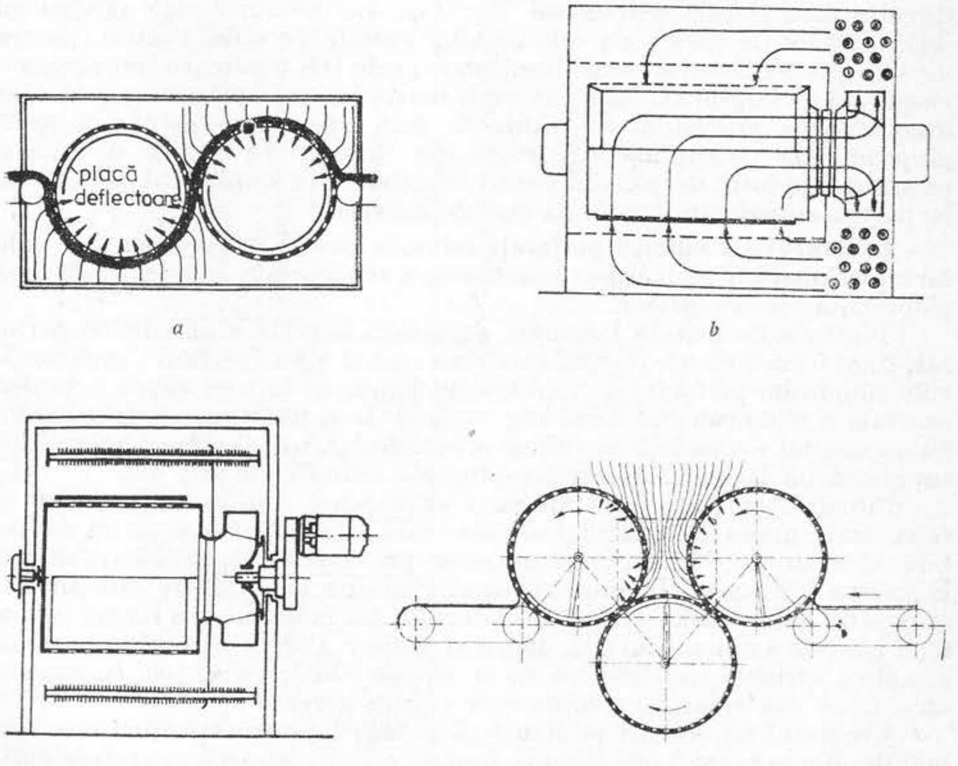
Țesătura de mătase înfășoară suprafața laterală a cilindrului perforat, fiind uscată de aerul cald, care este aspirat prin țesătură și prin orificiile cilindrului perforat, de ventilatorul amplasat într-un capăt la partea centrală a cilindrului perforat (fig. 490, *a*). Deși țesătura este alimentată cu un anumit avans față de mișcarea cilindrului, totuși este menținută pe suprafața lui laterală, datorită aspirației aerului cald prin ea.

Cilindrul perforat este îmbrăcat cu o pînză însoțitoare — pentru o repartizare uniformă a aerului — peste care este trecut materialul ce trebuie să se usuce. Cilindrul este antrenat prin două role de ghidare situate la partea inferioară. În unele variante, bateria de încălzire este situată în capătul cilindrului, în fața ventilatorului, iar la altele de-a lungul suprafeței laterale a cilindrului (fig. 490, *b*, *c*, *d* și *e*). Pentru uscarea covoarelor se aplică variante constructive cu un singur cilindru (fig. 490, *f*), cuplate cu o ramă sau chiar cu echipamente pentru apretare.

Uscătorul cu cilindri perforați „Fleissner" pentru tricoturi este format din doi sau mai mulți cilindri, fapt ce permite uscarea pe ambele părți

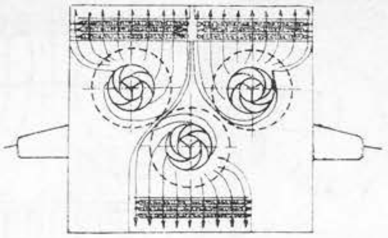
şi deci reducerea duratei de uscare şi evitarea pericolului de degradare. Particularitatea constructivă a acestui uscător constă în faptul că în partea centrală a fiecărui cilindru, sînt introduse pe direcţie longitudinală



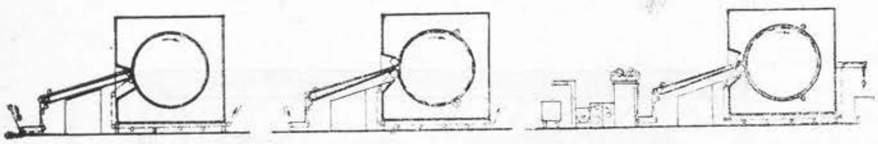


a b

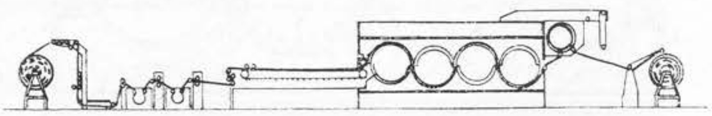
c d



e



f



g

Fig. 490. Uscător cu cilindrii perforaţi :

a — sistemul de circulaţie al aerului printr-un uscător cu doi cilindri perforaţi amplasaţi ordonat în poziţie orizontală ;

b — amplasarea bateriei de încălzire la capătul camerei de uscare ;

c — amplasarea bateriei de încălzire de — a — lungul camerei de uscare ;

d — circulaţia aerului la un uscător cu cilindrii amplasaţi decalat pe direcţie orizontală ;

e — construcţia bateriei de încălzire şi amplasarea ventilatoarelor ;

f — uscător pentru uscarea covoarelor ;

g — uscător pentru uscarea tricoturilor.

cîte o placă deflectoare fixă, de formă concentrică. Lungimea arcului fiecărei plăci corespunde porţiunii de cilindru care nu este în contact cu materialul. Deci aerul cald este aspirat prin orificiile acoperite cu tricot, fapt ce asigură o utilizare raţională atît a aerului cît şi a presiunii. Corespunzător sensului de deplasare a tricotului, plăcile deflectoare sînt aşezate alternativ, pe o jumătate la partea superioară iar pe cealaltă jumătate a cilindrului vecin la partea inferioară, aşa cum rezultă şi din fig. 490, *g* a agregatului pentru uscarea şi fixarea tricoturilor, la o viteză de 50—88 m/min.

Pentru semifilatele de lînă, uscătoarele Fleissner au un număr mai mare de cilindri, în funcţie de grosimea stratului de material de pe suprafaţa laterală (fig. 491, *a*, *b* şi *c*).

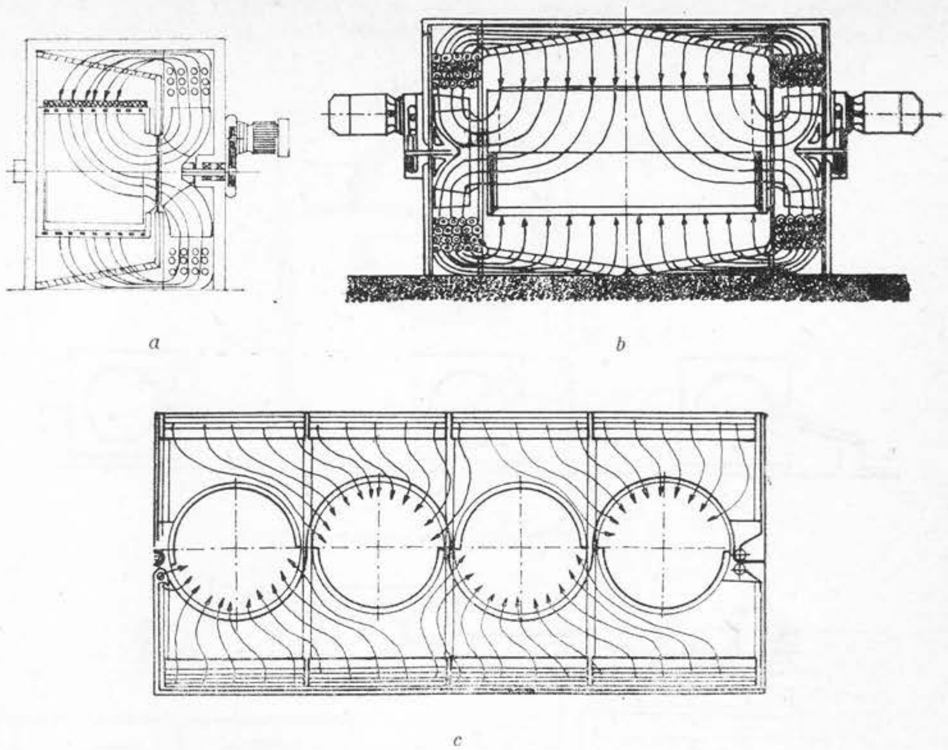


Fig. 491. Uscător Fleissner cu cilindri perforați :
a — principiul și sensul circulației aerului la uscătorul Fleissner ;
b — sistemul dublu de circulație al aerului ;
c — ansamblul uscătorului cu patru cilindri amplasați ordonat pe orizontală.

Uscătoarele Fleissner se caracterizează prin spațiu de amplasare mic deoarece ventilatorul poate fi cuplat direct în centrul fiecărui cilindru simplificîndu-se instalația de conducte. De asemenea prezintă o repartizare rațională a căderii de presiune și a agentului de uscare și deci un consum specific redus de abur. Turația cilindrilor poate fi reglată în limite foarte largi cu ajutorul variatoarelor mecanice PIV, transmisia realizîndu-se prin axe cardanice. În fig. 492, *a* și *b* sînt prezentate agregatele pentru spălarea, vopsirea și uscarea palelor și pentru vopsirea, aburirea, spălarea și uscarea covoarelor.

19.4.2. Uscătoare pentru fibre cu acțiune discontinuă (camere de uscare)

Aceste uscătoare se recomandă pentru cantitățile mici și cînd fiecare partidă de material trebuie să fie tratată separat în funcție de natura fibrei și de culoare. Materialul se încarcă în cărucioare prevăzute cu tăvi

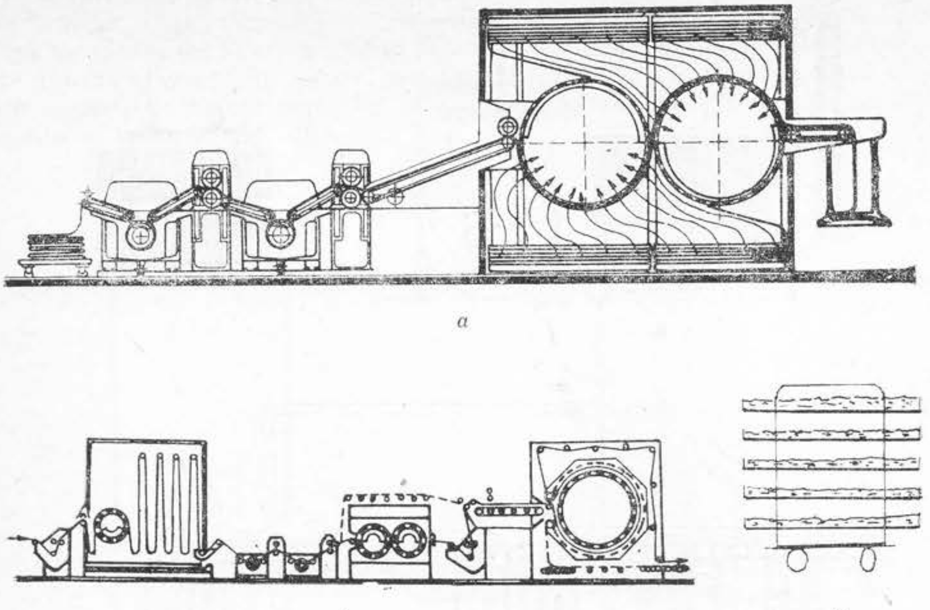


Fig. 492. Agregate pentru spălare, vopsire și uscare:

a — agregatul pentru spălare, vopsirea și uscarea palelor;
b — agregat pentru vopsire, aburire, spălare și uscat covoare;
c — suport cu tăvi perforate pentru uscat fibre.

perforate sau cu plase metalice așezate în mai multe etaje (fig. 492, *c*) sau se încarcă direct pe suporturile fixe — la pereții camerei — din plase, grătare etc.

În uscătoarele continui pentru fibre — tunel — cu mai multe zone, materialul este deplasat în contracurent cu ajutorul cărucioarelor prin spațiul de uscare sau cu benzi transportoare sau prins între plase (ca și la mașniile de vopsit, spălat fibre cu acțiune continuă).

19.4.3. Uscătoare pentru fire

După forma de prezentare sînt: pentru sculuri, pentru suluri de urzeală, pentru fire pe bobine.

Uscătoarele pentru fire în sculuri cu funcționarea discontinuă sînt prevăzute cu camere de uscare, în care se introduc cărucioarele; pe ele se sprijină, în unul sau mai multe rînduri, suporturile pentru sculuri (fig. 493, *a* și *b*).

În cazul uscătoarelor continue (fig. 493, *c*) sculurile se așază pe rolele lanțurilor continue, de construcție similară uscătoarelor cu role și lanțuri Prin același tunel de uscare pot circula mai multe lanțuri etajate, sau în mai multe rînduri, sau în mai multe etaje. În fig. 493 *p* este prezentată schema circulației agentului de uscare în uscătorul continuu pentru fire Zittau.

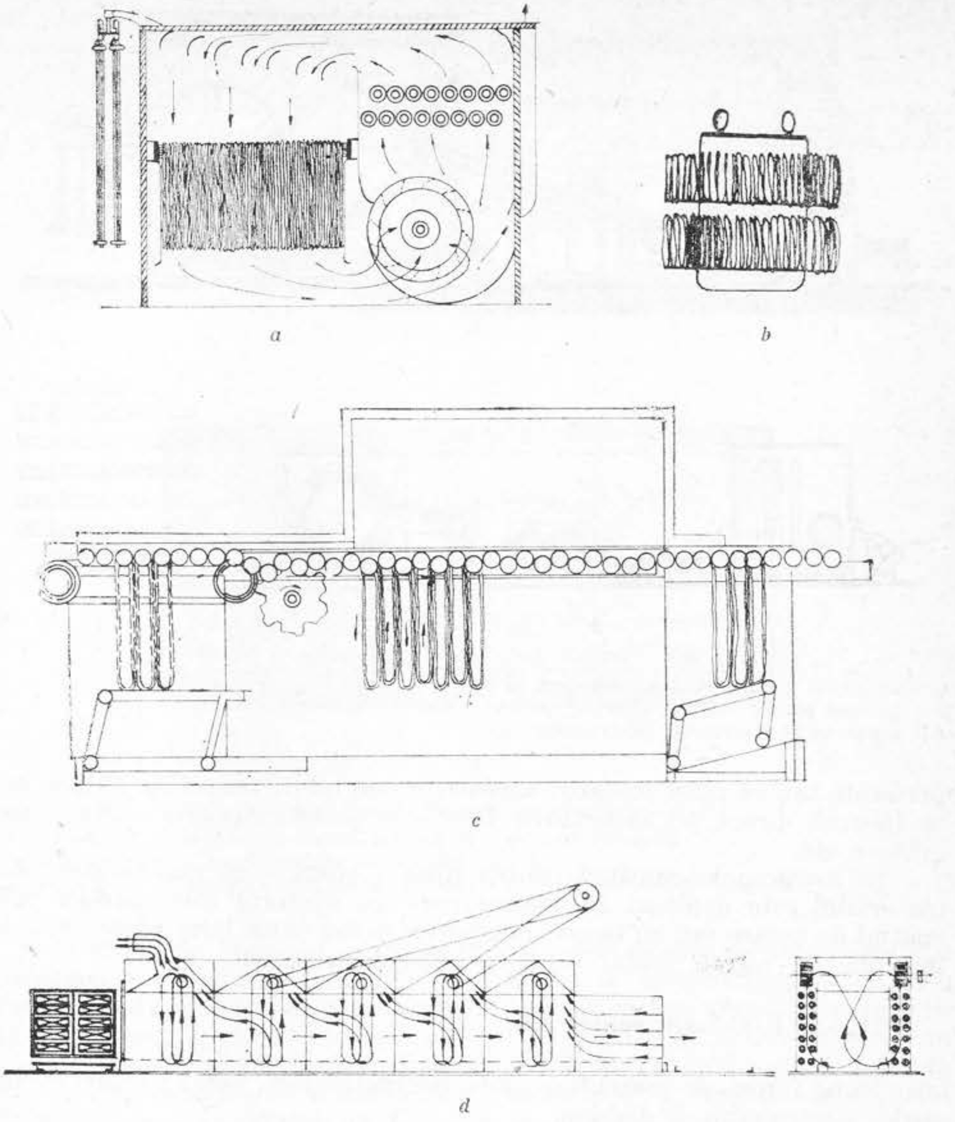
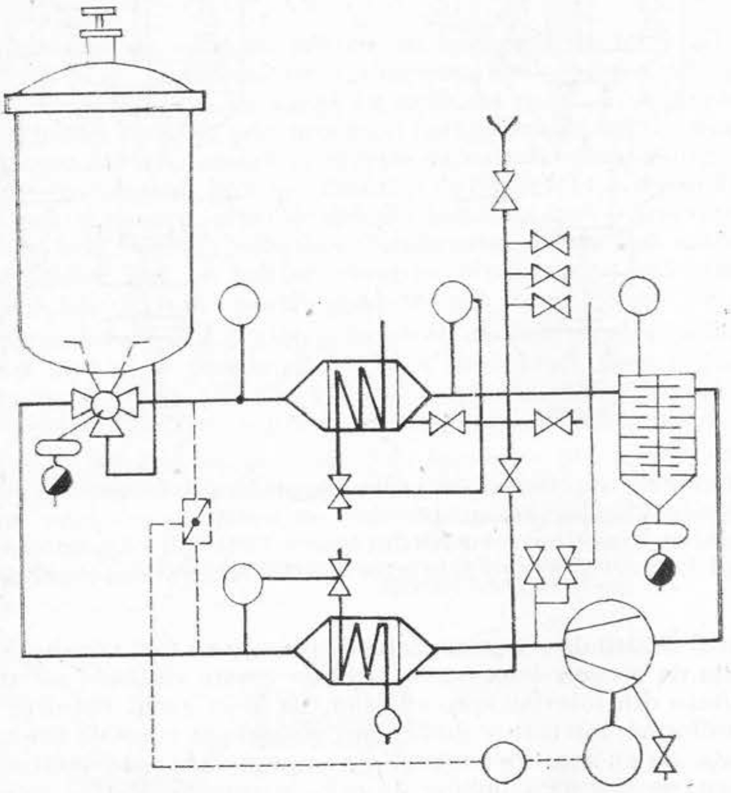


Fig. 493. Uscătoare cu acțiune discontinuă :

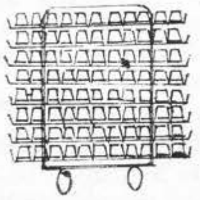
a — uscător discontinuu Fleissner pentru fire în sculuri;
b — cărucior pentru suporții sculurilor;
c — uscător continuu pentru fire în sculuri;
d — circulația aerului în uscătorul Zittau pentru fire în sculuri.

Uscătoarele pentru fire de urzeală au în construcția lor simpli cilindri de uscare încălziți cu abur ca și în cazul țesăturilor. Deoarece stratul de fire este subțire, este suficientă trecerea pe o singură față pe cilindri de uscat.

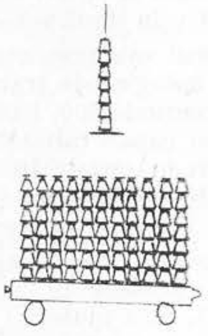
Uscătoarele pentru fire pe bobine sînt foarte variate, în funcție de construcția dispozitivelor pe care se încarcă bobinele. Acestea se pot așeza pe tăvile perforate ale unui cărucior (fig. 494, *b*), pe plasele metalice fixe ale unei camere de uscare, pe suporturile înclinate ale unei rame centrale așezate pe un cărucior (fig. 494, *d*) sau, pe suporturile pe care au fost vopsite și spălate (fig. 494, *c*).



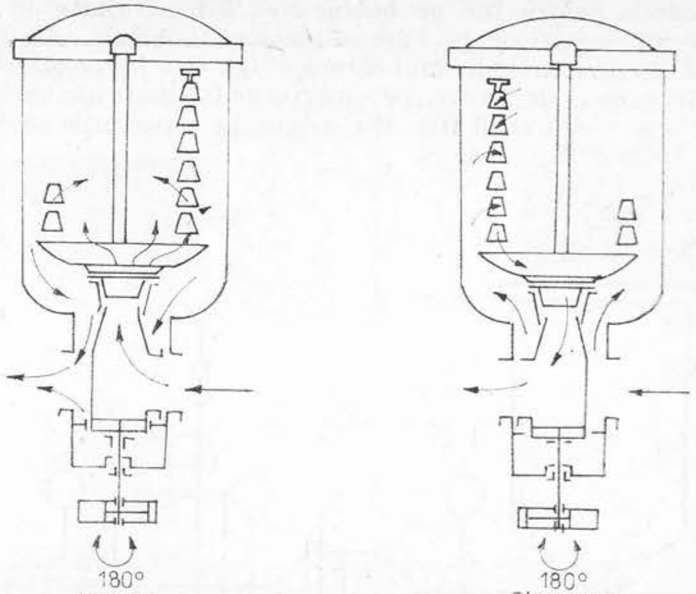
a



b



d



c

Fig. 494. Uscător sub presiune pentru fire pe bobine:
a — schema gendrală
b — suport cu tăvi perforate;
c — suporturi pe care s-au vopsit și spălat bobinele:
d — suport cu placă centrală;

În cazul uscării direct pe suporturile pe care au fost vopsite, se reduce mult durata de uscare, deoarece agentul de uscare străbate tot stratul de fire înfășurate din interior spre exterior, ca și în cazul vopsirii. Uscarea este mai uniformă, întrucît se desfășoară în întreaga masă de fire nu numai la suprafața bobinelor. Fenomenul de suprauscare este înlăturat. Prin acest sistem, se pot usca bobine de orice diametru. Partea inferioară a suportului cu bobine se așază în locașul camerei de uscare pentru racordarea la conducta de aer cald a bateriei de încălzire. Circulația poate avea loc alternativ în două sensuri ca și la vopsire și spălare.

Uscătorul sub presiune, tip Metalul Roșu (fig. 494, *a*) este încadrat în linia tehnologică de tratare-vopsire-uscare și se construiește la diferite diametre nominale 800, 1 000 și 1 800 mm. Uscătorul este de tip autoclavă verticală, cu capac rabatabil cu contragreutate, în care se așază containerul suport-material. În partea inferioară a autoclavei, este racordat inversorul de aer, necesar pentru inversarea sensului de intrare a aerului în bobine, din interior spre exterior și invers.

Ca principiu de funcționare este de tip „recirculare completă", deci aerul încălzit în schimbătorul de căldură, trece prin inversor în autoclavă, prin material și apoi în răcitor. De aici intră în separatorul de umiditate, trece prin turbo-suflantă și din nou în schimbătorul de căldură. Stoarcerea se efectuează cu aer comprimat.

La o amplasare in linia tehnologică, cota în adîncime este mai mare decît la aparatele de vopsit și instalațiile Combi-bloc, dar poate fi diminuată prin rotirea la 90° a bateriilor de încălzire.

Principalele caracteristici tehnice sînt:

— presiunea în autoclavă 5—6 bari;

— temperatura se alege în funcție de material și natura colorantului, de 140°C;

— consumul de căldură pentru un kilogram de material uscat 1 000—1 500 kcal. În răcitor se recuperează 950—1 485 kcal;

— consumul de apă de răcire/kg material uscat, 25 l (aceasta se încălzește în medie cu 60°C, prin urmare o parte din căldură se recuperează);

— durata uscării variază în funcție de natura colorantului și a materialului: pentru bumbac, bobine cilindrice de 33/55 × 14,5, de 0,7 kg/m³) este de 45—60 min și pentru suluri de urzeală de 0,5 kg/dm³ și greutatea 130 kg) și de 80—95 min; pentru celofibră durata este cu 30% mai mare decît la bumbac; pentru lînă pe bobine cilindrice și conice 30—45 min; pentru pale de lînă 60—70 min; pentru poliester sub formă de pale 30—45 min;

— puterea necesară pentru aparate cu diametru nominal de 800 mm, între 30 și 37 kW la presiunea de lucru de 5 atm; pentru diametre de 1 000 mm puterea este de 37—100 kW la presiunea de 5 atm și de 100—110 kW pentru diametru nominal de 1 200 mm și presiunea de 5 atm.

Pentru îmbunătățirea procesului de uscare se pot folosi concomitent două trasee ale agentului de uscare: din interiorul spre exteriorul stratului de fire și al doilea traseu pe suprafața exterioară a bobinelor, adică metoda combinată (fig. 495). Curentul de aer trimis la suprafața exterioară a bobinei, modifică structura stratului limită de vapori formați. În

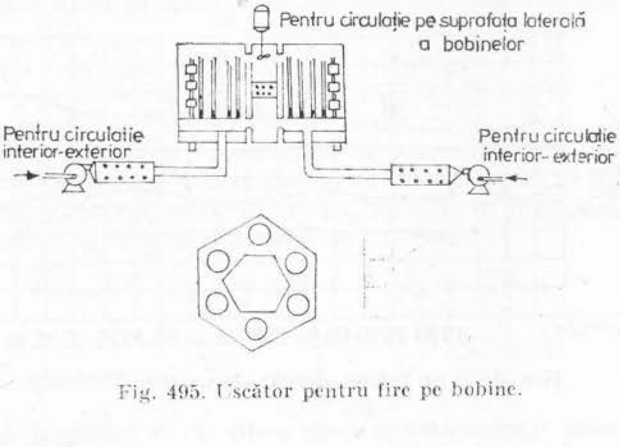


Fig. 495. Uscător pentru fire pe bobine.

aceste condiții, durata de uscare este de 3—4 ori mai mică, în comparație cu metoda trimiterii aerului pe suprafața bobinei (în cazul uscătoarelor obișnuite). În același timp, scade neuniformitatea umidității firelor în grosimea stratului. În metoda combinată durata uscării se reduce cu o treime în comparație cu varianta trimiterii aerului prin stratul de fire.

Prin folosirea acestei variante de uscare pe suporții pe care s-a efectuat vopsirea se înlătură operațiunea suplimentară de scoatere a bobinelor de pe suportul pe care au fost vopsite și se reduc deșeurile provenite din deranjarea stratului de fire ude, la scoaterea bobinelor. Trecerea directă a suportului cu bobine în camera de uscare asigură realizarea unui flux semicontinuu.

Uscătorul este format (fig. 495) dintr-o cameră de uscare cu șase locașuri pentru suporturi. Pentru fiecare suport există o baterie proprie de încălzire cu ventilator, iar pentru circularea aerului pe suprafața exterioară a bobinelor, o baterie de încălzire separată, cu ventilator. În fig. 496 este dată diagrama temperaturilor de uscare pentru fire de bumbac și pentru fire de in pe bobine.

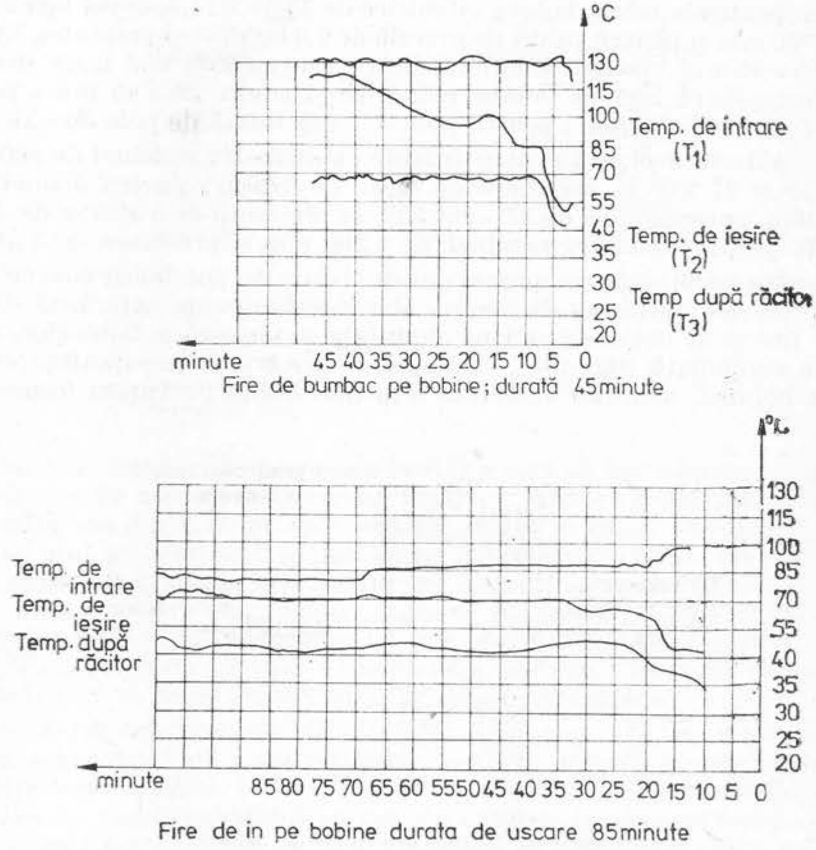


Fig. 496. Diagrama temperaturilor de uscare pentru fire de bumbac și de in pe bobine.

19.4.4. Uscătoare pentru mănuși, ciorapi, șosete din fire de bumbac sau mătase și pentru cloșuri de pălării

Acestea sînt uscătoare cameră, dotate cu forme corespunzătoare pentru așezarea acestor materiale.

19.4.5. Elemente pentru proiectarea uscătoarelor

Pentru proiectarea uscătoarelor cu aer cald, în funcție de productivitate și de forma materialului textil, se alege tipul de uscător : cu acțiune discontinuă sau cu acțiune continuă.

a. Se stabilesc dimensiunile geometrice ale camerei de uscare sau ale tunelului în funcție de durata de uscare, care determină viteza de mișcare a dispozitivelor de transport, în cazul uscătoarelor cu acțiune continuă. Corespunzător naturii materialului, se aleg dispozitivele de transport sau suporții pe care se așează materialul.

b. În funcție de umiditatea inițială și finală a materialului, se calculează cantitatea de apă W, ce trebuie transferată prin uscare.

c. Repartizarea apei pe zone în cazul uscătoarelor cu zone :

$$W_1 = W \frac{w^a_{1\,intrare\ \hat{i}n\ zona\ 1} - w^a_{2\,ie\c{s}ire\ din\ zona\ 1}}{w^a_{1\,intrare\ \hat{i}n\ usc\breve{a}tor} - w^a_{2\,ie\c{s}ire\ din\ usc\breve{a}tor}} \text{ [kg apă/h]}$$

$$W_2 = W \frac{w^a_{1\,intrare\ \hat{i}n\ zon\breve{a}\ 2} - w^a_{2\,ie\c{s}ire\ din\ zon\breve{a}\ 2}}{w^a_{1\,intrare\ \hat{i}n\ usc\breve{a}tor} - w^a_{2\,ie\c{s}ire\ din\ usc\breve{a}tor}}$$

$$\vdots$$

$$W_n = W \frac{w^a_{1\,intrare\ \hat{i}n\ zona\ n} - w^a_{2\,ie\c{s}ire\ din\ zona\ n}}{w^a_{1\,intrare\ \hat{i}n\ usc\breve{a}tor} - w^a_{2\,ie\c{s}ire\ din\ usc\breve{a}tor}}$$

$$W_1 + W_2 \pm \ldots \pm W_n = W \text{ [kg apă/h]}$$

Indicii superiori se referă la umiditatea raportată la materialul absolut uscat, echivalentă cu gradul de stoarcere. Între umiditatea w^a raportată la materialul absolut uscat și umiditatea curentă w, există următoarea relație :

$$w^a_1 = \frac{100\,w_1}{100 - w_1} \text{ și } w_1 = \frac{100\,w^a_1}{100 + w^a_1}$$

d. Se fixează parametri procesului de uscare și deci ai agentului de uscare (t, φ). Se calculează consumul total de aer pe zonă sau pe uscător cu ajutorul consumului specific de aer, l, stabilit în funcție de parametrii aerului la intrarea și ieșirea din zonă sau uscător :

$$L_1 = l_1 W_1 ;\ L_2 = l_2 W_2 ;\ \ldots L_n = l_n W_n ;$$

în care :

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0}$$

pentru o zonă oarecare.

e. Se calculează apoi bateria de încălzire din cadrul fiecărei zone, după întocmirea bilanțului termic pe zone :

$\sum Q_{intr.} = \sum Q_{ie\c{s}ire}$. În mod normal ar fi trebuit să se calculeze puterea ventilatoarelor, însă acest lucru este posibil după alegerea bateriei de încălzire, pentru stabilirea rezistențelor opuse de bateria de încălzire.

Calculul coeficientului total de transfer K, din ecuaţia generală de transmitere a căldurii $Q = K A \Delta t_m$ pentru stabilirea suprafeţei de schimb de căldură, se efectuează în funcţie de construcţia bateriei de încălzire şi de agentul de încălzire utilizat, cu ajutorul relaţiilor corespunzătoare tipului de baterie de încălzire aleasă.

f. Se trasează procesul de uscare pe diagrama $I-x$ după varianta aleasă (cu zone, cu recircularea aerului pe zone şi în propria zonă).

g. Se calculează apoi bateria de ventilatoare, după stabilirea rezistenţei uscătorului, conform schemei izometrice a instalaţiei. Se fixează în primul rînd poziţia ventilatoarelor faţă de bateria de încălzire şi faţă de camera (zona) de uscare, pentru stabilirea cotelor necesare în schema izometrică, la cea mai mică rezistenţă.

La pierderile de presiune comune şi altor instalaţii, se adaugă şi pierderile de presiune prin material, prin bateria de încălzire şi prin dispozitivul de captare a prafului:

— $\Delta_{p\ material} = Bhv^n$,

unde: h este înălţimea stratului de fibre, în mm H_2O;

v — viteza aerului raportată la dimensiunile de gabarit ale secţiunii, în m/s.

Coeficienţii B şi n, pentru temperatura de 20°C a aerului, la $\gamma = 1{,}2$ kg/m³ şi la o grosime a stratului de fibre pînă la 200 mm, au următoarele valori: $B = 0{,}168-0{,}208$; $n = 1{,}63...1{,}89$.

— Rezistenţa prin ţesături de lînă:

$\Delta_{p\ tes.\ lină} = 5{,}013 \cdot 10^{-3} \cdot a^{1{,}012}$, mm H_2O.

— Rezistenţa prin ţesături de bumbac:

— $\Delta p.\ tes.\ bbc = 3{,}24 \cdot 10^{-3} \cdot a^{1{,}17}$, mm H_2O,

în care: a este încărcarea specifică a ţesăturii (m³/m² · h) — cantitatea de aer ce trece timp de o oră printr-un metru pătrat de suprafaţă de ţesătură.

— Rezistenţa bateriei de încălzire se calculează în funcţie de construcţia acesteia (schimbător de căldură tubular, cu ţevi şi aripioare, cu plăci drepte, cu plăci în spirală).

— Rezistenţa dispozitivului de filtrare, în cazul cînd aerul este filtrat: $\Delta_{p\ dispozitiv\ filtrare} = 22\ v^{1{,}85}$ mm Hg, în care: v este viteza, în m/s.

h. Se calculează puterea totală a bateriei de ventilatoare (pe zonă sau pe uscător), în funcţie de debitul de aer şi de pierderea totală de presiune

19.5. USCĂTOARE CU GAZE DE ARDERE

Uscătoarele cu gaze de ardere sînt uscătoare cu role mobile aşezate pe două rînduri, care utilizează energia calorică, purtată de gazele de ardere. Ele sînt prevăzute cu sisteme de circulaţie prin duze aşezate perpendicular pe ambele părţi ale ţesăturii. Amestecul gazelor de ardere şi al aerului, deci încălzirea aerului, se realizează în mod direct. Datorită arderii complete a combustibilului cît şi căderii mari de temperatură, prin folosirea gazelor de ardere, se realizează o însemnată economie de energie

calorică în procesul de uscare, de exemplu: consumul specific este de numai 2 933—3 352 kcal/kg apă evaporată, în timp ce la un consum mediu de abur 1,5—2 kg abur/kg țesătură și la o entalpie de 2 345 kcal/kg, în cazul încălzirii cu abur se ajunge la 4 910 kcal/kg de apă evaporată.

Asemenea uscătoare sînt folosite la fixarea diferitelor tipuri de apreturi (cu contracție redusă a materialului, de impermeabilizare etc.), la durate ale acestor procese de 1,42—1,9 min și viteze de deplasare ale țesăturii de 45—60 m/min, pentru temperaturi de 145...170°C.

19.6. USCĂTOARE CU ABUR SUPRAÎNCĂLZIT

Aceste uscătoare sînt de tipul ramelor plane cu agregate de duze sau ajutaje. Ele folosesc căldura de supraîncălzire care se introduce din nou în calorifer, rezultînd astfel importante economii, în comparație cu uscătoarele cu aer cald, datorită lipsei pierderilor de căldură evacuată cu agentul de uscare. Se bazează deci pe transformarea aburului supraîncălzit în abur saturat în uscător și apoi din nou în abur supraîncălzit în bateria de încălzire.

Prin folosirea temperaturii ridicate se obține un randament bun de uscare, la dimensiuni relativ mici ale camerei de uscare, fără degradări ale materialului, ca urmare a duratei scurte de contact a țesăturii cu agentul de uscare. Mediul de abur supraîncălzit, aproape lipsit de aer, constituie el însuși un factor de protecție împotriva degradării țesăturilor, deoarece acțiunea dăunătoare a oxigenului este practic exclusă. De aceea chiar în perioada de încălzire se elimină aerul prin introducerea aburului proaspăt în camera de uscare.

Așa cum la uscătoarele cu aer cald se urmărește menținerea temperaturii sub punctul de saturație, prin introducerea continuă de aer proaspăt și aici se urmărește ca pe măsura înaintării procesului de uscare, deci a evaporării umidității din material, aburul devenit saturat, să fie transformat în abur supraîncălzit.

Acționarea transportorului de țesătură se realizează prin transmisii cu reglarea fără trepte care pot fi cuplate, decuplate și adaptate rapid la regimul de lucru necesar. Dezavantajul uscătoarelor cu abur supraîncălzit, constă în faptul că pentru realizarea temperaturilor ridicate este necesar abur de încălzire de cel puțin 6 atm, în timp ce la uscarea cu aer cald, se pot valorifica temperaturi mici ale aburului deja utilizat, însă consumul specific de abur este de numai 1,4 kg/kg apă evaporată la uscătoarele cu abur supraîncălzit, în comparație cu 3—4 kg abur saturat pentru un kg apă evaporată, în cazul uscătoarelor cu aer cald.

19.7. USCĂTOARE ÎN STRAT FLUIDIZAT

Uscătoarele în strat fluidizat pentru țesături și tricoturi, au un randament de 85%, datorită intensificării transferului de masă și căldură (vezi 16.6).

19.8. USCĂTOARE CU RADIAȚII INFRAROȘII ȘI ÎN CÎMP DE ÎNALTĂ FRECVENȚĂ

Aceste uscătoare folosesc tot energia calorică, obținută însă pe o cale ocolită și anume, prin curent electric, care în cazul uscării cu radiații infraroșii servește la încălzirea radiatorului; iar în cazul uscării în cîmp de înaltă frecvență la realizarea acestui cîmp.

Corespunzător specificului lor, cele două tipuri de uscătoare au destinații diferite : uscătoarele cu radiații infraroșii sînt adecvate pentru straturi subțiri ca (țesături, fire de urzeală și tricoturi), iar uscătoarele în cîmp de înaltă frecvență — datorită modului lor de a încălzi zonele interioare ale materialului supus uscării independent de grosimea lui — sînt adecvate pentru uscarea materialelor compacte ca : fire înfășurate pe bobine sau pe suluri de urzeală.

19.8.1. Uscătoare cu radiații infraroșii

Razele luminoase și infraroșii sînt absorbite de corpuri și energia lor se transformă în căldură. Razele spectrului vizibil, împreună cu razele infraroșii cu lungimi de undă de la 0,5—20 μ, sînt cele mai active din punct de vedere caloric, motiv pentru care se mai numesc și raze termice.

Razele termice sînt absorbite pînă la o adîncime de 0,1—0,3 mm, în funcție de structura poroasă capilară a corpurilor. Fibrele, cu excepția celor sintetice, au, de obicei, o capacitate de absorbție mare. Procesul de absorbție se realizează datorită faptului că razele termice pătrunzînd în sistemul capilar al corpului sînt reflectate de mai multe ori de pereți. Astfel, aceste părți ale suprafeței materialului pot fi considerate ca absolut negre. Dacă porii capilarelor sînt plini cu apă, razele infraroșii pătrund mai adînc și pot fi absorbite de apă. Adîncimea de pătrundere în diferite corpuri depinde de lungimea razelor infraroșii.

Radiațiile infraroșii usucă corpurile întîlnite în calea lor, nu numai prin încălzirea din exterior spre interior ci și din interior spre exterior. Stratul de aer care separă sursa de obiectul radiației, în mod practic nu se încălzește, deci pierderile de căldură în mediul înconjurător sînt neînsemnate. Razele infraroșii permit ca efectul schimbului superficial de căldură să fie intensificat, fără a se recurge la viteze mari de aer și temperaturi înalte ale agentului de uscare.

Utilizarea căldurii de radiație nu este rațională decît în cazul cînd poate fi expusă radiațiilor întreaga suprafață a materialului.

Forma suprafeței radiante trebuie să corespundă formei materialului : pentru țesături și tricoturi, panouri verticale sau orizontale, iar pentru forme mici, panouri sferice sau semisferice.

19.8.1.1. Surse industriale de radiații infraroșii

Ca sursă de radiații infraroșii poate servi orice corp încălzit la o temperatură ridicată, purtînd numele de radiant sau radiator.

a. După poziția maximului de energie radiantă din curba de emisie spectrală (fig. 497 sursele de RI corespund lungimilor de undă :

— scurte — cu lungime de undă de 1 — 1,2 μ, de tipul lămpilor cu incadescență cu balon de sticlă, care emit și radiații vizibile — purtînd

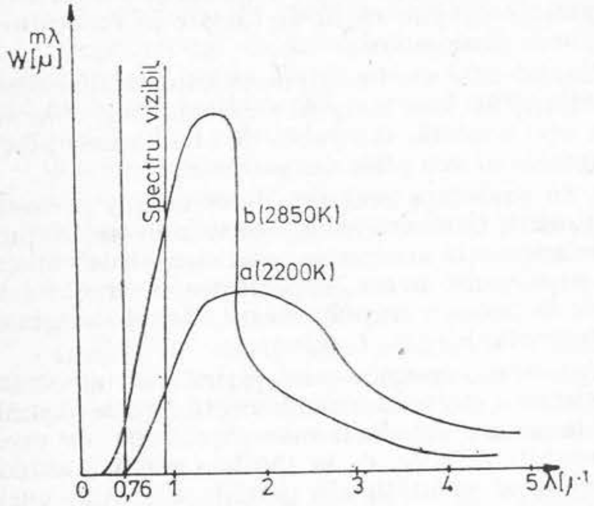


Fig. 497. Curba de emisie spectrală :
a — pentru radiații cu infraroșii ;
b — pentru lămpi de iluminat cu incandescență.

numele de surse luminoase. Suprafața interioară a balonului este acoperită pînă la calota lămpii cu un strat subțire de aluminiu sau argint, ce servește drept reflector, care produce astfel un flux dirijat. Deoarece acest flux radiant este neuniform, pentru o distribuție perfect egală a energiei calota balonului este mată ;

— medii — cu lungimea de undă de 2 — 4 μ .de tipul materialelor ceramice încălzite electric, denumite radiatoare incandescente sau surse neluminoase. Ele pot funcționa și în aer liber ;

— lungi — cu lungimea de undă de 4 — 10μ. Aceste surse se confecționează din ceramică sub formă de plăci sau din oțel inoxidabil cu încălzire electrică sau cu gaze, purtînd numele de surse întunecate.

b. După felul construcției, sursele cu radiații infraroșii pot fi cu radiantul descoperit în atmosferă, deschis, deobicei izvoarele întunecate încălzite prin combustie ; cu radianți protejați în tub de quarț, ceramică sau sticlă — înveliș care la rîndul său poate să transmită parțial radiațiile emise de radiator.

c. După tipul reflectorului cu care sînt prevăzute, sursele RI pot fi cu un reflector interior la care izvorul de radiații și reflectorul formează o unitate inseparabilă și cu reflector exterior, la care sursa de radiație și reflectorul sînt separate.

Datorită faptului că sursele cu RI medii și lungi (incandescente și întunecate) sînt absorbite mai bine de multe materiale, cît și iluminării energetice mai uniforme, chiar la distanțele mici dintre surse și materialul expus, acestea s-au impus tot mai mult în tehnica modernă. Din această grupă de surse RI cele încălzite electric pot fi cu radiatoarele :

— tubulare, formate din țevi metalice, din oțel sau oțel aliat, prevăzute în interior cu o masă izolantă de nisip, cuarț presat, oxid de magneziu sau aluminiu, în care se află o spirală din Cr—Ni. Temperatura suprafeței radiante este de 2 kW — pentru o lungime a tubului de 2 m — și o sarcină specifică (emitanță) de 6 — 15 W/cm². Aceste radiatoare se caracterizează printr-un randament ridicat (0,85—0,90, pentru orice formă constructivă), simplitate în montaj, și exploatare, regim rapid de intrare în funcțiune, stabilitate bună la șocuri termice și mecanice;

— panouri termoradiante, formate din baterii de radiatoare tubulare, în scopul obținerii unor uniformități mai mari de iradiere. Panourile se confecționează din tablă de oțel oxidată, din tablă de aluminium, plăci de fontă oxidată, din oțel inoxidabil sau plăci din ceramică;

— radiatoare ceramice, cu suprafața radiantă de structură poroasă și deci cu posibilitatea funcționării la temperaturi relativ ridicate. Avînd valorile cele mai ridicate ale emitanței energetice, coeficientul de emisie elevat și apropiat de acela al corpului negru, capacitatea de iradiere a acestor radiatoare, se apropie de aceea a corpului negru, fluxul energetic avînd un caracter difuz, respectînd legea Lambert.

Datorită glazurării suprafeței ceramice — acoperirii cu un strat impermiabil care izolează rezistența electrică incandescentă față de mediul exterior — durata lor de funcționare este mai mare, de 5 000 de ore. Construite pentru puteri absorbite diferite, de la 150 la 1 000 W, avînd aproximativ aceleași dimensiuni și greutăți, ele permit realizarea unei game largi de cîmpuri cu RI de diverse temperaturi pe aceeași instalație, prin simpla înlocuire a radianților. Curba de distribuție spectrală a fiecărui tip de radiator avînd maximum cuprins în domeniul de lungimi de undă de la 2,8 la 5 μ este posibilă folosirea lor rațională pentru fiecare caz în parte în funcție de domeniul pentru care coeficientul de absorbție al materialului expus iradierii are valoarea maximă.

Prin folosirea reflectoarelor interioare se înlătură dezavatajul reflectoarelor exterioare, caracterizate prin preț de cost ridicat, întreținere dificilă, construcție complicată, pierderi mari de energie etc. Reflectoarele interioare se obțin prin aplicarea unui strat reflectant de lac de argint sau de aur coloidal pe glazura de pe partea dorsală a radiatorului ceramic, care după uscare și încălzire la 650°C formează un strat rezistent.

După formă, radiatoarele ceramice sînt concave RIC (radiant, infraroșu concav), RID (radiant infraroșu disc) și se construiesc pentru puteri electrice absorbite de 250, 375, 400, 500, 650 W, alimentate la tensiunea de 120 sau 220 V. Maximul de energie radiantă al radiatoarelor RID, aflîndu-se în domeniul lungimilor de undă de 4,2—3,2 μ, randamentul lor este mare pentru că emit numai radiații infraroșii. Fiind de diferite tipuri și realizînd diferite temperaturi emit radiații de diferite lungimi de undă, ceea ce permite alegerea domeniului de lungime de undă cel mai convenabil pentru scopul urmărit. Fluxul emis fiind difuz încălzesc mai uniform suprafața iradiată.

Întrucît soclul radiatoarelor RID poate fi montat în dulii cu filet Edison, este posibilă transformarea instalațiilor cu lămpi incandescente în instalații cu RI, cu radiatoare RID prin simpla înlocuire a lămpilor.

Din grupa radiatoarelor ceramice alimentate cu gaze naturale sau gaze petroliere lichefiate, s-au impus în practică radiatoarele cu placă ceramică catalitică (cu ardere fără flacără), deoarece în comparație cu radiatoarele cu gaze, cu flacără, combustibilul (gazul) arde în strat subțire la suprafața plăcii ceramice fără flacără vizibilă, rezultînd un conținut foarte mic de CO în gazele de ardere, fiind deci transmisă prin radiație întreaga cantitate de căldură degajată de aceste radiatoare.

După modul de încălzire se întîlnesc două tipuri de radiatoare: luminoase și obscure (întunecate). Corespunzător, încălzirea lor se poate realiza printr-o rezistență electrică prin efect Joule — Lenz, sau prin combustia unui amestec de gaz-aer.

Radianții luminoși emit radiații infraroșii însoțite și de radiații vizibile la temperaturi de circa 2 500°K.

Deoarece energia globală radiată pe toate lungimile de undă în unitatea de timp de fiecare unitate de suprafață a radiatorului este mai mare la sursele luminoase, ele se construiesc cu o suprafață de radiație mai mică pentru aceeași putere radiantă.

Instalațiile de uscare cu radianți luminoși sînt formate din tunele de forme diferite pe ai căror pereți interiori sînt amplasate reflectoare cu lămpi electrice, spirale sau numai lămpi cu oglinzi, printre care materialul este trecut și expus cu ambele părți acțiunii de iradiere a ecranelor verticale (fig. 498, *a* și *a'*).

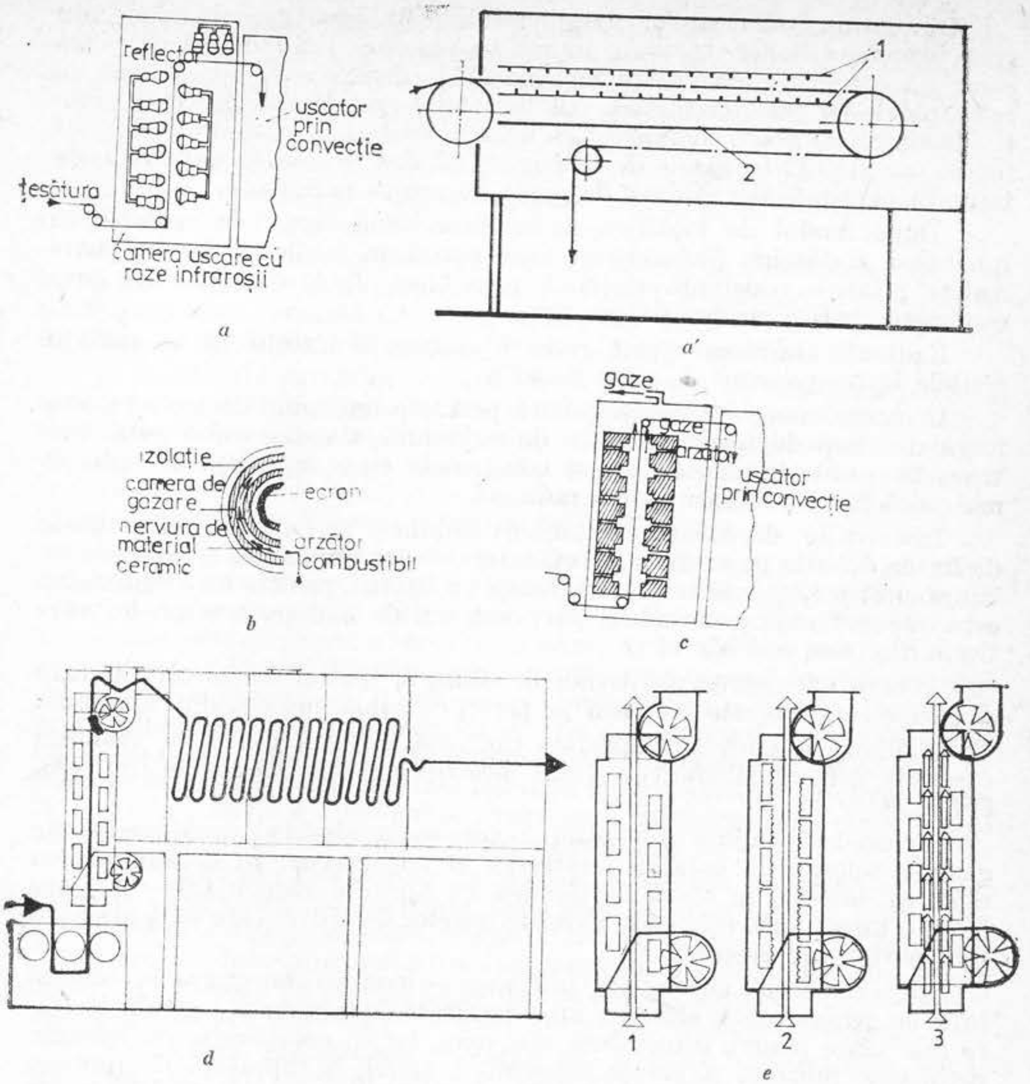
Pentru micșorarea pierderilor de căldură, spațiul de uscare, în care se găsesc ecranele este prevăzut pe pereți cu tablă lucioasă din aluminiu.

Radianți obscuri au suprafața radiantă formată din plăci (panouri verticale, orizontale, sferice) și sînt încălziți cu gaze de ardere (fig. 498, *b*, *c* și *d*)

Ecranele compuse din plăci încălzite cu ajutorul arzătoarelor de gaze se folosesc la uscarea țesăturilor și tricoturilor. În uscătoarele cu radianți obscuri, în afară de uscarea cu ajutorul razelor infraroșii, are loc și o uscare prin convecție datorită gazelor de ardere care se deplasează spre partea superioară.

Generatoarele cu radiații infraroșii — încălzite cu gaz — în comparație cu generatoarele electrice au o densitate de iradiere și o productivitate mai mare pentru dimensiuni mai mici, iar în comparație cu celelalte uscătoare prezintă avantaje deosebite: astfel, o suprafață de iradiere de 1,2—1,5 m² asigură o productivitate echivalentă cu a 32 cilindri de uscare cu $D = 570$ mm și lungime de 110 mm, adică echivalentă unei suprafețe de 63 m². Consumul de combustibil pentru uscare cu radianți obscuri este mult mai mic decît în uscătoarele care folosesc aburul.

Pentru același material textil randamentul uscătorului cu iradiere este de 62 %, iar al unui uscător cu aer cald trimis prin duze, perpendicular pe țesătură, este de 48 %, uscarea cu raze infraroșii fiind mult superioară celor mai moderne metode de uscare. În comparație cu uscătoarele cu duze, care sînt scumpe și complicate, în uscătoarele cu radiații se previne principalul dezavantaj al acestor uscătoare, prin convecție-rigidizarea suprafețelor.



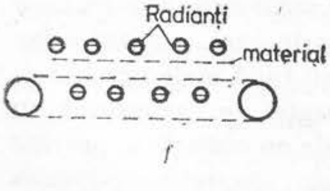


Fig. 498. Instalații de uscare cu radianți luminoși:
a — instalație de uscare cu panouri de radianți luminoși cuplată cu un uscător clasic prin convecție;
a′ — instalație cu panouri orizontale: *1* — panouri orizontale cu radianți luminoși; *2* — perete despărțitor;
b — radiant ceramic sferic;
c — instalație de uscare cu radianți obscuri din plăci ceramice, cuplată cu uscător clasic prin convecție;
d — instalație de uscare cu preuscător cu radiații infraroșii;
e — instalație de preuscare verticală: *1,2* — cu radianți ceramici încălziți cu gaze de ardere; *3* — cu dispozitiv automat de oprire a țesăturii;
f — uscător continuu cu radiații infraroșii pentru materialele textile în bucată.

19.8.1.2. Mecanismul procesului de transfer de masă și de căldură în cîmpuri de radiații infraroșii

Pătrunderea RI în interiorul materialului se caracterizează prin unele particularități ale transferului de masă și de căldură în procesele de uscare, termofixare și termosolare. Deși în interiorul materialului pătrunde o parte relativ mică a fluxului radiat, încălzirea materialului se face însă destul de intens.

Procesul fizic de transformare a energiei radiante în căldură se bazează pe oscilația forțată a electronilor, moleculelor sau sistemelor de molecule ale corpului ce primește energia radiantă. Un rol important, mai ales la absorbția radiațiilor cu lungime de undă mare, îl prezintă fenomenul de rezonanță al moleculelor sau al sistemelor de molecule. Energia cinetică a mișcării oscilatorie se transformă în căldură în corpul care a absorbit energia radiantă.

Repartiția temperaturilor în interiorul materialului ud, în cazul transferului prin RI se deosebește de aceea a transferului prin convecție. Temperatura straturilor interioare, la transferul prin convecție este mai mică decît aceea a straturilor exterioare, iar temperatura finlă a materialului nu poate depăși temperatura agentului termic, limitată și ea în funcție de agentul termic la circa 150°C.

Deplasarea umidității din interior către suprafața materialului are loc numai datorită gradientului de umiditate existent între straturile interioare și exterioare ale materialului. Temperatura din interiorul materialului fiind mai mică decît la suprafața lui, gradientul de temperatură va influența negativ deplasarea umidității în material.

Gradientul de umiditate în interiorul materialului se datorește evaporării umidității de pe suprafața lui, ceea ce provoacă contracția, straturile superioare și inferioare fiind supuse la solicitări diferite, respectiv la întindere și compresiune, în faza inițială și invers în faza finală, fenomen ce limitează viteza procesului și deci prelungirea duratei tratamentului termic.

În cazul transferului prin RI, mediul înconjurător are temperatura mai mică decît temperatura suprafeței materialului, iar temperatura straturilor interioare ale materialului va fi mai mare decît temperatura suprafeței care cedează o parte din căldură în mediul înconjurător. În această situație are loc o deplasare intensă a umidității din interiorul materialului către exterior, determinată de creșterea temperaturii din straturile interioare. Acest fenomen se petrece în cazul materialelor poroase, grupă în care se încadrează și materialele textile.

19.8.1.3. Elemente de proiectare pentru instalațiile cu radiații infraroșii

În calculul de proiectare în funcție de numărul radiatoarelor, tipul și puterea lor, corespunzătoare regimului optim pentru materialul expus, pe baza bilanțului termic — se calculează puterea totală pentru procesul respectiv (uscare, termofixare, termosolare etc.) În funcție de tipul constructiv, (dimensiunile și forma acestora), modul de amplasare față de

materialul expus și poziția reciprocă dintre radiatoare, pentru o anumită cantitate de material, se stabilește geometria compartimentului de iradiere.

Energia absorbită de către corpul iradiat în timpul $d\tau$:

$$Q = \alpha E A_i d\tau$$

se va consuma pentru încălzirea corpului,

$$Q_1 = Gc\ \Delta t\tau,$$

pentru acoperirea pierderilor de căldură ale corpului prin convecție,

$$Q_{pc} = \alpha_c(t - t_0)\ A\ d\tau$$

și prin radiație

$$Q_{pr} = 4{,}8 \cdot 1{,}163 .\ \varepsilon_r \left[\left(\frac{T}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_0}{100}\right)^4\right]$$

Pentru evaporarea umidității din corpul respectiv — în cazul evaporării:

$$Q_{ev} = qe^{a\delta}\ A\ d\delta,$$

adică ecuația bilanțului termic va avea forma:

$$Q = Q_1 + Q_{pc} + Q_{pr} + Q_{ev}$$

În aceste relații: α — este factorul de absorbție al materialului;

E — iluminarea energetică a materialului. în W/cm^2;

A_i și A — suprafețele iradiată și totală a materialului, în m^2;

t și t_a — temperaturile materialului și aerului din mediul înconjurător, în °C;

α_c — coeficientul de transfer de căldură prin convecție al materialului iradiat, în W/m^2. grd;

ε_r — coeficientul redus de înnegrire al instalației;

T și T_c — temperatura materialului și a suprafețelor interioare, în °K;

q — viteza de evaporare a lichidului din materialul iradiat, în $m^3/m^2.h$;

— indice de absorbție a radiațiilor de către materialul textil, în l/m;

δ — adîncimea de pătrundere a fluxului radiat în m;

r — căldura latentă de vaporizare în J/kg.

În funcție de temperatura materialului iradiat (de exemplu la temperaturi mici, pierderile prin radiații sînt mici), se poate admite că raportul:

$$\frac{Q_{pc} + Q_{pr}}{Q_{pc}} = \text{constant.}$$

Din ecuația bilanțului termic rezultă că, cu cît fluxul radiant absorbit de material respectiv raportul $dt/d\tau$ este mai mare, cu atît materialul se încălzește mai repede, și cu atît pierderile prin convecție și radiație sînt mai mari și, de asemenea și G_c mai mare, cu atît materialul se încălzește mai încet.

Cînd energia absorbită devine egală cu pierderile prin convecție și radiație, adică $dt/d\tau = 0$, instalația va funcționa în regim stabilizat, încălzirea în continuare a materialului încetează și prin urmare temperatura materialului atingînd valoarea maximă, rămîne constantă.

În cazul în care temperatura mediului, aerului, este mai mică decît temperatura materialului, mediul va influența negativ procesul de încălzire, deoarece o parte din energia absorbită de material se transmite prin radiație și convecție mediului exterior.

Această energie este cu atît mai mare cu cît diferența dintre temperatura materialului și a aerului este mai mare.

Dacă temperatura aerului este constantă sau mai mare decît temperatura inițială a materialului, influența negativă a aerului se manifestă atunci cînd temperatura aerului este mai mică decît temperatura finală a materialului, pentru că răcește materialul.

În instalațiile de tip închis, izolate, o dată cu creșterea temperaturii materialului, crește și temperatura aerului și deci la încălzire uniformă, influența negativă a aerului este evitată.

Pentru calculul puterii necesare instalației în regim stabilizat — cînd toată energia absorbită de material este consumată pentru acoperirea pierderior prin convecție și radiație în mediu înconjurător — se calculează iluminarea energetică în funcție de modul de amplasare al radiatoarelor în instalație, fluxul radiant emis și apoi numărul radiatoarelor.

Între iluminarea energetică medie E, distanța l dintre radiatoare și puterea radiantă a unui radiator φ_L, corespunzător modului de amplasare, există următoarele relații :

Pentru amplasarea paralelă, pătratică, a radiatoarelor, cu latura și aria pătratului l_p și A_p :

$$EA_p = El_p^2 = \varphi_L\ u,\ a_1$$

și deci,

$$l_p = \sqrt{\frac{\varphi_L u a_1}{E}}$$

în care : u este coeficientul de utilizare a sursei care depinde de gradul de umplere a camerei de tratare a materialului și de raportul L/h, cu valori de la 0,75 la 0,85 ;

L — lungimea camerei, în m ;

h—distanța dintre radistoare și materialul expus, în m ;

a_1 — 1,07 .. 1,09, coeficientul de reflexie multiplă, dat de relația :

$$a_1 = \frac{1}{1 - \rho_l \rho_s \psi}$$

în care : ρ_l = 0,2 este coeficientul de reflexie al camerei ;

$\rho_s = 0,5$ — coeficientul de reflexie al suprafeței iradiate;

$\psi = 0,7 \ldots 0,8$ — partea de flux reflectată de cameră.

Penru amplasarea decalată pe vîrfurile triunghiului echilateral cu latura l_t și aria A_t:

$$EA_t = E\frac{\sqrt{3l_1}}{2} = \varphi_L u\ a_1;$$

deci,

$$l_t = \frac{1}{0,98}\sqrt{\frac{\varphi_L u\ a_1}{E}}$$

Fluxul radiant care cade pe suprafața A_0 a materialului va fi egal cu:

$$\varphi = AE_0 = \varphi_L n\ u\ a_1,$$

în care: n este numărul de radiatoare;

Θ_L — fluxul radiant emis de un radiant, în W,

$$\varphi_L - P_L \cdot \eta,$$

unde: η — randamentul energetic al radiatoarelor $= 0,7 \ldots 0,75$;

P_L — puterea unui radiator, în W.

Deci, în funcție de modul lor de amplasare, numărul de radiatoare va fi:

$$n = \frac{\varphi}{\varphi_L\ u\ a_1} = \frac{KEA_0}{P_L\ \eta\ u\ a_1},$$

unde: K este un coeficient de siguranță $= 1,1 \ldots 1,2$ și puterea instalată va fi:

$$P = P_L n = \frac{REA_0}{\eta\ ua_1}$$

La această putere se cumulează și puterea pentru antrenarea materialului textil și puterea ventilatorului.

Se recomandă amplasarea paralelă a radiatoarelor, deoarece pe lîngă construcția mai simplă pentru cablurile de alimentare, se asigură o concentrare mai mare a energiei și o uniformitate mai bună.

19.8.1.4. Variante ale procesului de uscare cu radiații infraroșii

Evaporarea cantităților mari de apă, care trebuiesc îndepărtate din materialele textile, ar impune pentru uscarea completă consumuri foarte mari de energie electrică. Pentru evaporarea unui kg de apă din materialele umede, în medie sînt necesare 1—1,5 kg/h. Prin încălzirea inițială a materialului textil, înainte de a intra în uscătoarele cu radiații infraroșii, se reduce mult consumul de energie. De aceea se folosesc uscătoare mixte, formate din uscătoare cu radiații, (preuscătoare) (fig. 498, *c*) și uscătoare prin convecție sau contact. Consumul de 1—1,5 kWh corespunde unui

randament de 60—70%, randament care este de patru ori mai mare decît acela al unei instalații de uscare prevăzută numai cu abur sau aer cald. Prețul caloriei obținută pe cale electrică este tot de aproximativ patru ori mai mare, decît al celei produse cu combustibil, ceea ce demonstrează că uscarea completă cu radiații infraroșii, privită numai din punct de vedere economic, nu prezintă avantaje; deci, se recomandă uscarea mixtă.

În variantele mixte de uscare, uscătoarele cu radiații infraroșii se folosesc ca preuscătoare pentru intensificarea procesului de uscare, deoarece au un consum redus de energie electrică pentru 1 kg apă evaporată sau ca uscătoare finale, deoarece permit accelerarea vitezei de uscare întrucît radiațiile infraroșii trecînd prin mediul de abur pot efectua uscarea la temperaturi mai înalte, fără să producă degradarea materialului, așa cum se întîmplă în uscătoarele cu aer. În procesul de uscare prin convecție, uscarea în mediu umed ar dura prea mult timp. Uscarea în mediul umed cu radiații infraroșii este mai importantă spre finele proesului de uscare, deoarece numai în mediu umed se poate menține temperatura constantă a materialului.

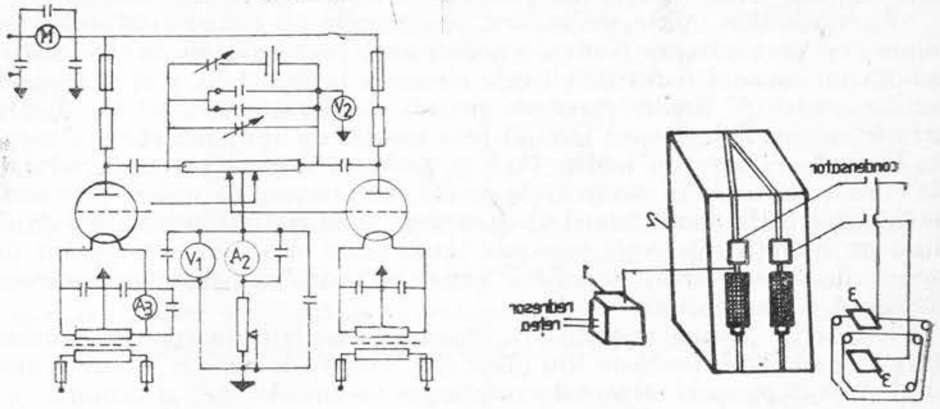
Uscătorul pentru tricoturi în bucată și pentru ciorapi este format dintr-o bandă transportoare din plasă (fig. 498, *f*) pe care se așază materialul și două panouri orizontale amplasate pe ambele părți a ramurii superioare. Durata de iradiere este de 30 s — 1 min, iar consumul de energie electrică este de 1,3 — 1,6 kWh/kg apă evaporată.

19.8.2. Uscătoare în cîmp electric de înaltă frecvență

În toate procedeele de uscare anterioare, deplasarea apei de la centrul materialului spre suprafață are loc datorită diferenței dintre conținutul de apă între straturile interioare și cele exterioare ale materialului, adică datorită gradientului de umiditate. La uscarea în cîmp electric de înaltă frecvență forța activă a deplasării apei este gradientul de temperatură. Materialul textil se află între două plăci care reprezintă electrozii condensatorului generatorului de înaltă frecvență cu circuit oscilant (fig. 499, *a*). În timpul funcționării generatorului, plăcile condensatorului (fig. 499, *b*), se conectează la tensiunea de înaltă frecvență. Datorită tensiunii se produce între plăci un cîmp electric alternativ, a cărui frecvență de schimbare depinde de valorile elementelor generatorului. Cîmpul electric alternativ produce în material pierderi dielectrice, avînd ca rezultat încălzirea materialului, care este considerat ca dielectric. Pierderile dielectrice cauzate de materialul supus uscării se transformă în interiorul său în căldură. Căldura este cu atît mai mare, cu cît coeficientul de pierderi al dielectricului este mai mare. Deoarece materialul umed are un coeficient considerabil mai mare decît materialul uscat, căldura se va forma de preferință numai în porțiunile umede ale materialului. Prin urmare, rezultă o uscare uniformă, independentă de mărimea, forma și suprafața materialului supus uscării.

Apariția căldurii în urma pierderilor dielectrice se explică astfel: schimbarea periodică a cîmpului electric provoacă schimbarea periodică a orientării moleculelor, care în funcție de sarcinile electrice sînt polarizate. În cazul cîmpului elecric de înaltă frecvență moleculele efectuează miș-

cări oscilatorii determinate de aceasta. Întrucît aceste deplasări ale moleculelor nu pot urma imediat şi cu exactitate frecvenţa de schimbare a cîmpului existînd o inerţie. Datorită acestei inerţii se produce încălzirea întregului material aflat în cîmpul de înaltă frecvenţă.



a *b*

Fig. 499. Uscător în cîmp electric de înaltă frecvenţă :

a — schema electrică a unei instalaţii semiindustriale cu cîmp electric de înaltă frecvenţă ;
b — instalaţie experimentală cu cîmp electri de înaltă frecvenţă ;
1 — redresor ; *2* — generator ; *3* — plăci condensator.

Pierderile dielectrice care apar în materialul aflat în cîmpul de înaltă frecvenţă cresc odată cu creşterea umidităţii. Intensitatea încălzirii materialului umed depinde de : frecvenţa cîmpului sau lungimea de undă, de tensiunea la condensator, de capacitatea condensatorului şi de însuşirile materialului supus uscării. Viteza de uscare se reduce odată cu creşterea lungimii de undă sau cu micşorarea frecvenţei.

Spre deosebire de uscarea cu aer cald, la care nu se poate regla decît temperatura şi umiditatea la suprafaţă, în cazul uscării în cîmp de înaltă frecvenţă, sînt posibilităţi pentru menţinerea şi reglarea încălzirii uniforme şi a unei temperaturi mai înalte în zona interioară a materialului şi deci, deplasarea apei în direcţia de la umidităţi mai mici către umidităţi mai mari, datorită termodifuziunii.

La uscarea în cîmp de înaltă frecvenţă nu se poate produce o suprauscare, afară de cazul cînd coeficientul de pierderi al dielectricului (materialul supus uscării) este mai mic decît cel al apei. Întrucît în interiorul materialului nu apar diferenţe de temperatură, nu se produc nici migrări de apă şi nici întărirea suprafeţei exterioare a materialului textil deoarece procesul de uscare se propagă din interior spre exterior.

Din compararea duratei de uscare cu aer şi în cîmp de înaltă frecvenţă, în cazul unor straturi de diferite grosimi, pentru aceeaşi temperatură de uscare a materialului, rezultă că : la uscare cu aer, durata de uscare este direct proporţională cu greutatea stratului (în cazul influenţei predominante a rezistenţei difuziunii interioare), iar la uscarea în cîmp de

înaltă frecvență, din cauza rezistenței mici a difuziunii interioare, grosimea stratului influențează mult mai puțin, ceea ce permite folosirea vitezelor mari de uscare cînd straturile sînt groase.

Dezavantajul important datorită căruia această variantă de uscare nu s-a introdus pe scară largă în industrie, îl constituie consumul specific de energie electrică de 2—3,5 kW/kg apă evaporată, încît la uscarea cantităților mari de materiale ieftine și în straturi subțiri este mai rentabilă uscarea cu aer. Pentru reducerea acestui consum, regimul de uscare trebuie astfel ales, încît cantitatea de apă eliminată în stare lichidă prin stoarcere, să fie mai mare decît aceea eliminată sub formă de vapori.

Randamentul instalației crește și mai mult în cazul folosirii variantei mixte de uscare, cu aplicarea încălzirii parțiale sau uscării parțiale preliminare în uscătoare obișnuite și desăvîrșirea uscării materialului în instalații de înaltă frecvență sau, încălzirea în cîmp de înaltă frecvență pentru intensificarea difuziunii apei și desăvîrșirea uscării în uscătoarele obișnuite. Consumul de energie ajunge la 1...1,5 kwh/kg apă evaporată, iar durata de uscare este de 2—3 ori mai mică. De exemplu, durata de uscare a firelor de in pe bobine cu diametrul de 165 mm și înălțimea de

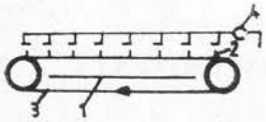


Fig. 500. Instalația continuă pentru uscarea în cîmp electric de înaltă frecvență.

190 mm cu o greutate de [illegible] —4 kg este de 1,5—2 ore, în comparație cu durata de 6—8 ore în celelalte uscătoare pentru uscarea în aceleași condiții ale umidității materialului. În fig. 500 este prezentată o instalație continuă cu bandă transportoare pentru uscarea în cîmp electric de înaltă frecvență.

19.8.2.1. Instalații de uscare în cîmp electric de înaltă frecvență

Aceste instalații au o putere instalată de 10—15 kW și sînt formate din următoarele elemente:

— un redresor care transformă curentul alternativ al rețelei în curent continuu de tensiune înaltă, 4 000 — 11 000 V, pentru alimentarea anozilor lămpilor generatoare;

— generatorul care este un transformator al curentului continuu, obținut de la redresor, în curent alternativ de înaltă frecvență. În generator, elementul principal de transformare este lampa generatoare.

Frecvența curentului alternativ de înaltă frecvență este determinată de parametrii circuitului oscilant (inductanță și capacitate). Frecvențele generatorilor pentru uscare se află în limite obișnuite de 10 MHz—0, 4MHz.

Circuitul oscilant secundar cu condesator plan, în care se efectuează uscarea. Execuția tehnică și dimensiunile electrozilor condensatorului sînt impuse de destinația instalației și puterea acesteia. Electrozii pot fi din plăci sau rețele sau combinații dintr-o placă și dintr-o rețea.

Puterea consumată pentru încălzirea dielectricului este dată de relația :

$$N = \frac{1{,}29\ 10^{-3}\ A\ f\ U^2\ C\ \eta}{10^{10}\ l},$$

în care : A este suprafața plăcilor drepte ale condensatorului ;

f — frecvența curentului ;
U — tensiunea de alimentare ;
C — constanta dielectrică a materialului încălzit ;
l — distanța dintre plăci ;
η — coeficientul pierderilor.

Dacă se cunoaște consumul orar de căldură Q atunci puterea necesară se stabilește cu relația :

$$N_1 = \frac{Q}{860\ \tau}\ \text{kW}.$$

Prin rezolvarea concomitentă a celor două relații se pot calcula parametrii instalației pentru uscarea în dielectric.

19.9. USCĂTOARE CU ÎNTINDEREA CONCOMITENTĂ A ȚESĂTURII

Deoarece țesăturile din fibre celulozice uscate pe cilindri au suferit o întindere în lungime și contracție în lățime, iar cele uscate prin suspendare liberă (bucle) s-au contractat în ambele sensuri, pentru corectarea dimensiunilor sînt trecute prin mașinile de întins — egalizat și îndreptat fire de bătătură.

Întinderea în lățime se realizează în mașini : cu roți și curele (palmer) și în mașini cu lanțuri cu clupe.

19.9.1. Mașini de întins cu roți și curele

Aceste mașini (fig. 501) se bazează pe întinderea țesăturii în lățime cu ajutorul a două roți mari — înclinate între ele — pe care se deplasează curelele late de cauciuc. Țesătura este prinsă la fiecare lizieră între curea

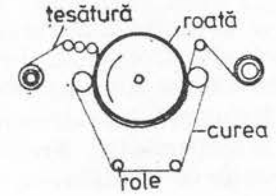


Fig. 501. Mașina de întins cu roți și curele.

și roată. Axele roților sînt fixate la două rame mobile, ce permit reglarea unghiului de înclinare și deci distanța dintre roți, corespunzător lățimii țesăturii și gradului de întindere. Suprafața exterioară a roților este cau-

cincată. Mașina prezintă următoarele dezavantaje: ruperea țesăturii în direcția urzelii; ruperea marginilor; porțiuni neprinse în sistemul de întindere și deci posibilități mici de îndreptare a bătăturii. Cu toate că prezintă avantajul ocupării unui spațiu mic pentru amplasare, este din ce în ce mai puțin utilizat.

19.9.2. Mașini de întins egalizat, tip ES-Metalul Roșu

Pe aceste mașini (fig. 502) se realizează egalizarea suplimentară a diferitelor materiale textile pentru îndreptarea biezărilor din firele de bătătură cu devieri maxime de 20% față de o țesătură normală. Mașinile pot fi utilizate și la rolarea țesăturilor care urmează să fie albite, vopsite, imprimate sau apretate, sau se pot cupla cu mașini de periat sau cu dispo-

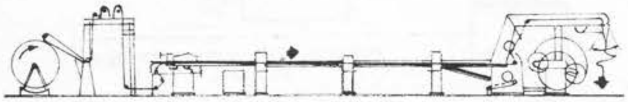


Fig. 502. Mașina de întins-egalizat Metalul Roșu.

zitive de înfășurare și desfășurare. Rama 1 800/2 (cu lățime de 1 800 mm și cu două cîmpuri) asigură debiezarea pînă la o viteză de 80 m/min, în funcție de tipul materialului textil.

Pe rama ES se pot prelucra țesături cu lățimea maximă de 3 200 mm în unul sau două cîmpuri (lungimea unui cîmp fiind de 3 000 mm.) Mașina poate fi echipată și cu un aburitor de lungime 300—1 000 mm pentru umezirea uniformă pe toată lățimea țesăturii.

Gamele vitezelor reglabile fără trepte cu care materialul trece prin rama de egalizare ES sînt: 3—60 m/min; 3,7—75 m/min; 4—80 m/min, 6—120 m/min; 5—100 m/min; 7,5—150 m/min.

Puterea instalată pentru diferitele motoare ale mașinii este: 2,5—5,5 kW pentru acționarea principală; 3,5—5,5 kW pentru mașina de periat; 3,5 kW pentru dispozitivele de înfășurare; 2—5 kW pentru instalațiile electrice auxiliare. Pentru dispozitivele pneumatice, consumul de aer comprimat de 0,5—1,5 m^3/h la presiunea de 0,5—1 atm.

Bateria de încălzire, alimentată cu abur saturat la 6 atm acoperă toată lățimea și lungimea cîmpului de egalizare. Pentru preîncălzirea șinelor la intrare, mașina este prevăzută cu o baterie suplimentară încălzită cu abur la 3 atm.

Consumul de abur la o ramă cu două cîmpuri este de 1 400 kg/h (pentru presiunea de 6 atm) sau de 2 750 kg/h (pentru presiunea de 3 atm) in cazul prelucrării unor țesături de bumbac 100% cu legătura tip pînză, fără apretare, la o greutate de 100 g/m^2 și lățimea de lucru de 1 200 mm, pentru intervalul de temperatură 20...180°C.

Reglarea lățimii se realizează cu ajutorul a două variatoare PIV.

Redresarea firelor de bătătură se poate efectua automat cu dispozitivul Orthomat prevăzut cu 2—8 fotocelule. Utilizarea dispozitivului este

limitată de tipul materialului textil prelucrat, dacă este scămoşat, foarte des, sau are viteză de deplasare mare.

Îndreptarea firelor de bătătură se poate realiza şi cu dispozitive diferenţiale care asigură creşterea sau reducerea vitezei de deplasare a unui lanţ cu clupe, faţă de celălalt. Diferenţele de viteză pot fi de la -25%

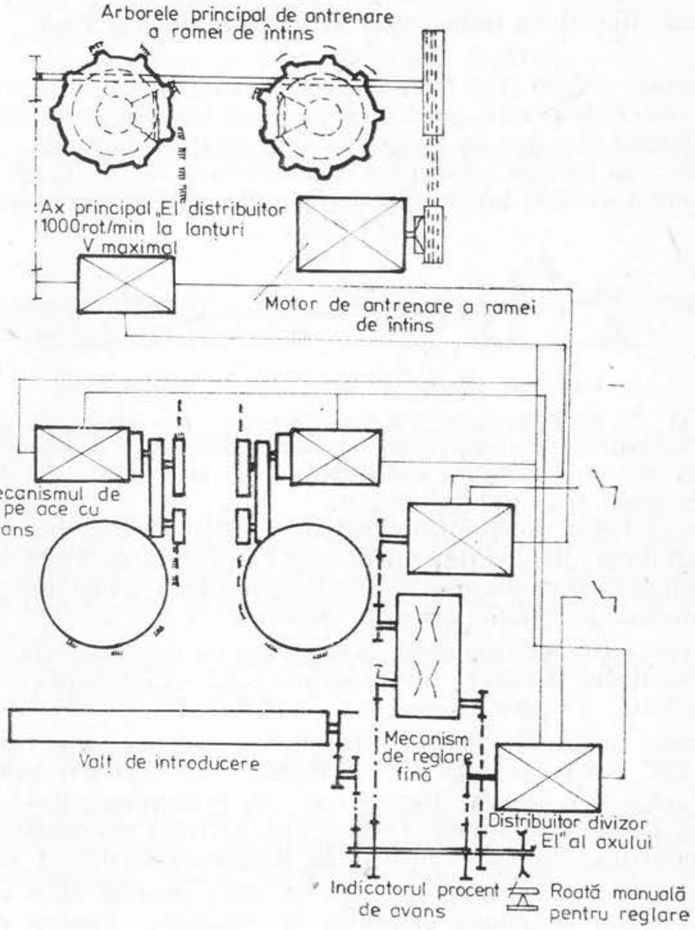


Fig. 503. Schema arborelului electric.

pînă la $+25\%$ în vederea debitării materialului. Viteza diferenţialului se poate regla manual prin intermediul motorului cu autofrinare montat în batiul de debitare al materialului textil sau cu ajutorul unui al doilea dispozitiv Orthomat.

Compensarea diferenţelor de viteză, datorită contracţiei diferenţiale se realizează prin sincronizarea antrenării sistemului de alimentare cu sistemul de debitare prin intermediul unui arbore electric (fig. 503). Turaţiile cilindrilor celor două sisteme se reglează cu variatoare PIV.

19.9.3. Maşina de uscat — întins cu lanţuri

Distanţa între cele două lanţuri este variabilă pentru a permite prelucrarea ţesăturilor de diferite lăţimi. Modificarea ei se realizează cu ajutorul unor şuruburi montate în peretele de conducere al lanţurilor, care se rotesc concomitent (fig. 504). Şuruburile se montează la un interval de 2,5—3 m, interval care poartă numele de cîmp de uscare. În cazul ramelor multiple (cu mai multe parcursuri) primul cîmp de la intrarea în maşină

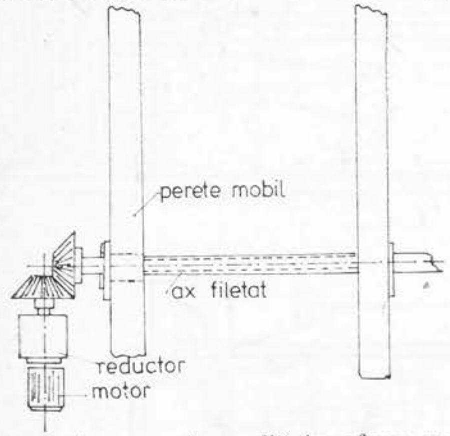
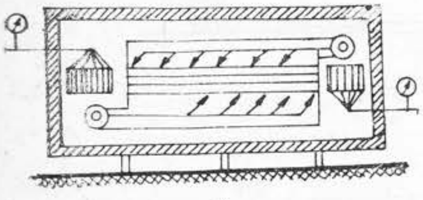


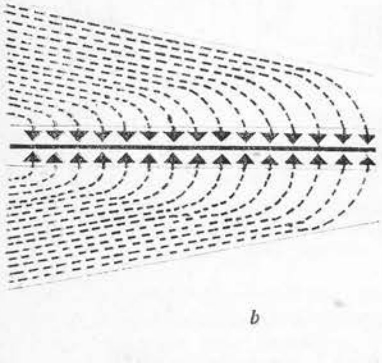
Fig. 504. Dispozitiv pentru reglarea distanţei dintre lanţuri.

este mai mare şi se află în afara spaţiului de uscare în poziţie inclinată. Ramele cu mai multe etaje, pentru ţesături grele de lînă şi semilînă pentru aceeaşi lungime a lanţului, ocupă spaţiu mult mai mic, însă controlul şi supravegherea sînt mai dificile. Ţesătura intră în maşină prin etajul superior şi părăseşte maşina prin aceeaşi parte prin etajul inferior.

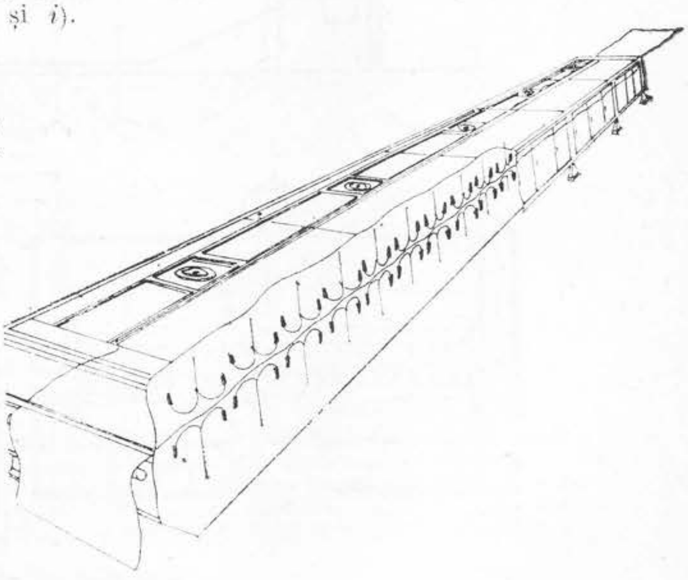
Sistemul de repartizare al aerului diferă de la o construcţie la alta (fig. 505, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* şi *i*).



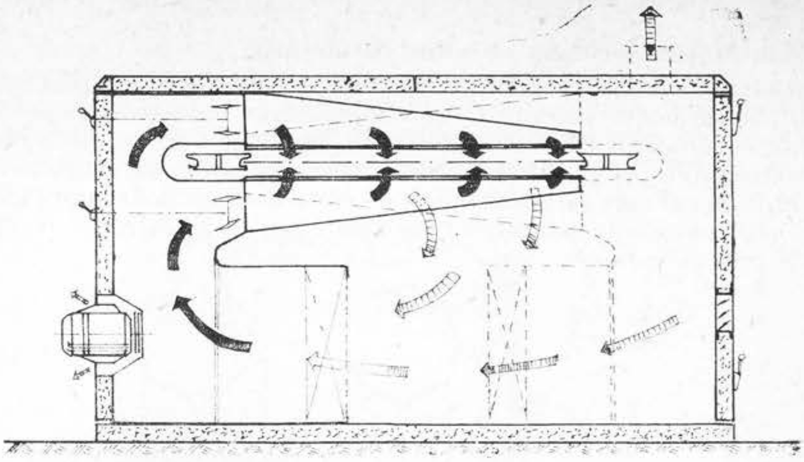
a



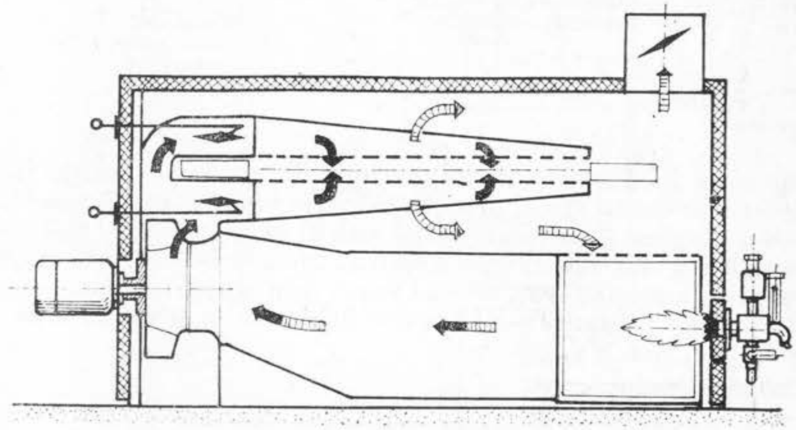
b



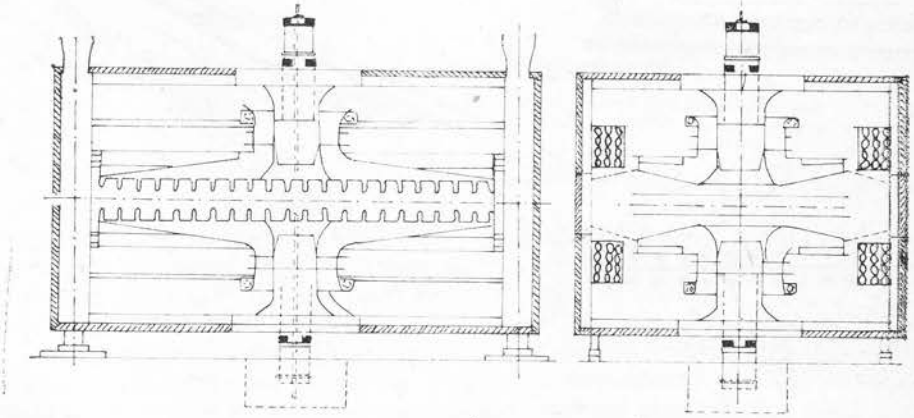
c



d



e



f

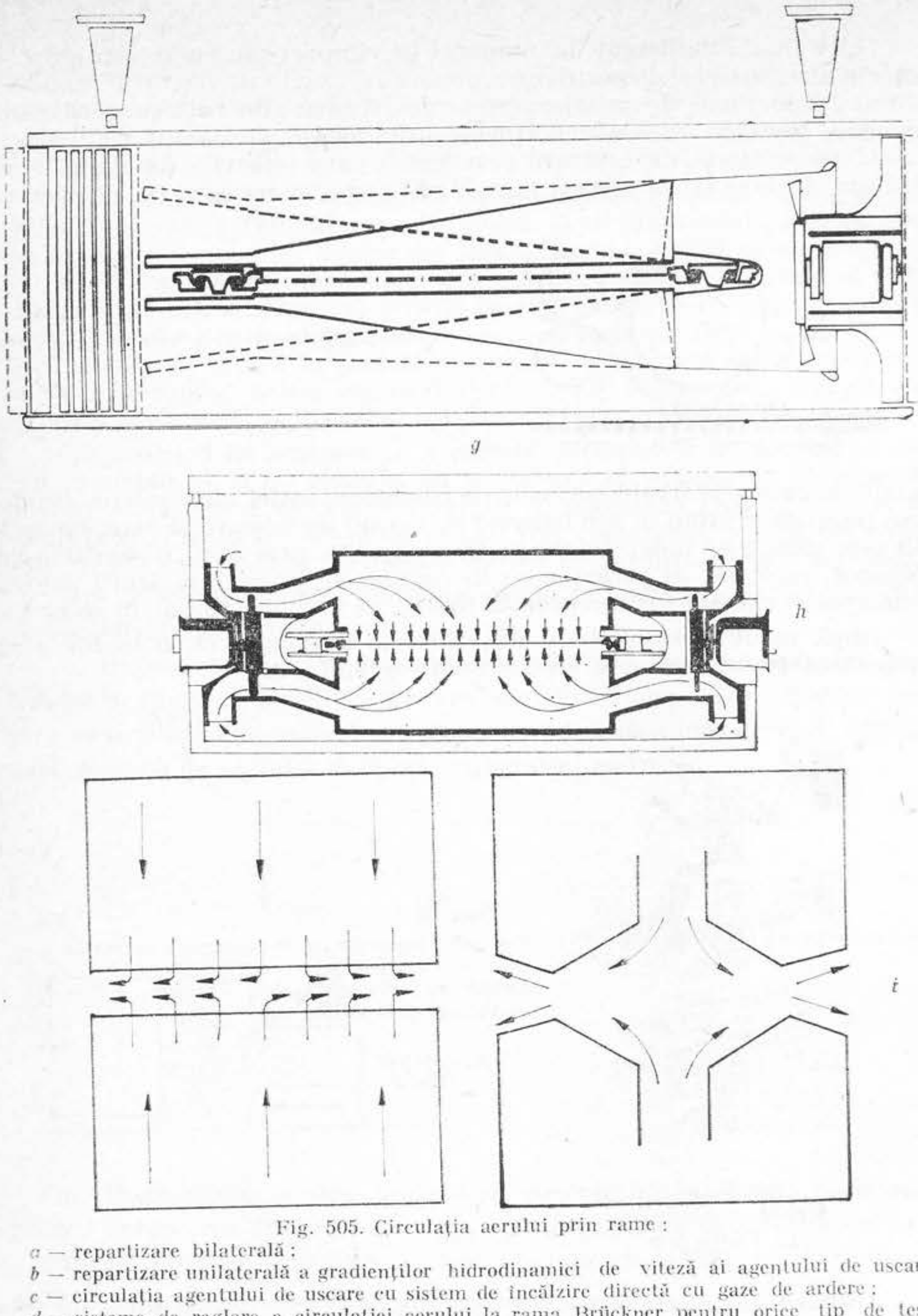


Fig. 505. Circulaţia aerului prin rame :

a — repartizare bilaterală ;
b — repartizare unilaterală a gradienţilor hidrodinamici de viteză ai agentului de uscare ;
c — circulaţia agentului de uscare cu sistem de încălzire directă cu gaze de ardere ;
d — sisteme de reglare a circulaţiei aerului la rama Brückner pentru orice tip de ţesătură : — grosieră, cu motor cu poli comutabili (se asigură mai multe viteze pentru uscare și fixare) ; — fină, care permite egalizarea diferenţelor de viteză de la partea superioară și inferioară ;
e — repartiţia agentului de uscare în rama Artos ;
f — repartiţia centrală a agentului de uscare ;
g — repartiţia prin tronsoane tronconice bilaterale ;
h — distribuţia bilaterală a agentului de uscare pe direcţia perpendiculară a foii de ţesătură ;
i — sensul și repartiţia în contracurent a agentului de uscare.

Orice ramă, indiferent de numărul de cîmpuri sau etaje, este prevăzut cu următoarele dispozitive:

a. Dispozitivul de prinderea țesăturii format din roți cu perii care presează țesătura în acele lanțurilor (fig. 506).

b. Dispozitivul de centrare a țesăturii care intervine în cazul cînd țesătura deviază de la mersul normal. El pune în mișcare cei doi pereți

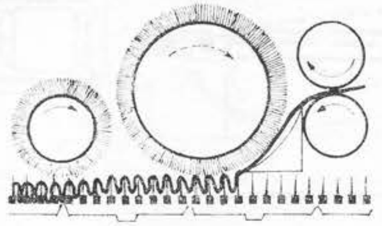


Fig. 506. Dispozitiv de fixare a țesăturii în ace

mobili de care sînt fixate lanțurile de conducere astfel încît acestea urmăresc țesătura și prind în ace lizierele ei. Sensul de mișcare al pereților mobili este comandat independent pe fiecare parte, prin două dispozitive cu palpator, care sînt în permanență în contact cu lizierele țesăturii pentru prinderea ei corectă în ace (exact la lizieră, nu în interiorul sau în afara ei).

După modul de acționare dispozitivele automate cu palpator sînt cu acționare electrică sau cu acționare pneumatică.

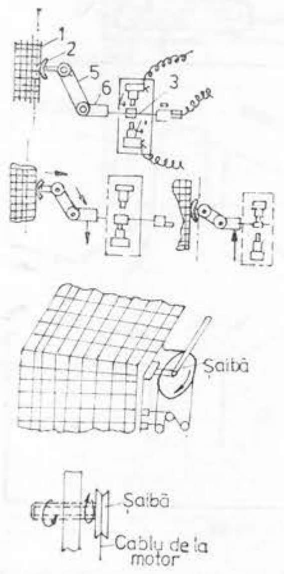


Fig. 507. Dispozitiv pentru centrarea automată a țesăturii:
1 — lizieră; *2* — pipăitor; *3* — lamelă; *4,4'* — contacte; *5,6* — sistem de pîrghii.

Dispozitivul cu acționare electrică (fig. 507) este format dintr-un palpator care se sprijină ușor de liziera țesăturii. Poziția lui normală trebuie să corespundă liniei întrerupte.

Ea este determinată de două contacte între care se află o lamelă orizontală. Lamela este legată de pipăitor, printr-un sistem de pîrghii

solidare între ele, printr-un ax comun, astfel incit orice deplasare a pipăitorului este transmisă lamelei. Cind țesătura s-a deplasat spre exterior, palpatorul urmărește liziera ei și prin sistemele de pirghii se stabilește contactul între lamela care se deplasează in jos, și contactul inferior.

Prin circuitul electric stabilit, cu ajutorul unui cablu este acționată șaiba de pe axul șurubului peretelui mobil, al lanțului, solidară cu șurubul. Șaiba prin mișcarea ei determină înșurubarea lui în peretele mobil, în sensul de rotație corespunzător deplasării peretelui spre interior, pînă cînd clupele sau acele ocupă poziția corectă adică pe linia întreruptă. În această nouă situație și pipăitorul va ocupa poziția corectă, normală și deci lamela va reveni în poziția orizontală la mijlocul celor două contacte, întrerupind astfel circuitul electric. La deplasarea țesăturii spre interior fenomenul se petrece invers.

Dispozitivul de centrare cu acționare pneumatică se bazează pe același principiu ca și cel electric, cu deosebirea că acționarea palpatorului pentru introducerea corectă a țesăturii se realizează cu ajutorul aerului comprimat. Printr-un sistem de pirghii sint comandate o serie de ventile care închid sau deschid conductele de aer comprimat. Acesta acționează pistonul unui cilindru care printr-un sistem de angrenaje deplasează peretele mobil al ramei in direcția laterală.

c. Dispozitivul pentru introducerea țesăturii cu avans previne, contracția in lungime a țesăturilor sensibile la întindere. El introduce țesătura cu o viteză mai mare decît viteza lanțului, fără întindere, cu ajutorul unei perechi de cilindri debitori cu turație mare.

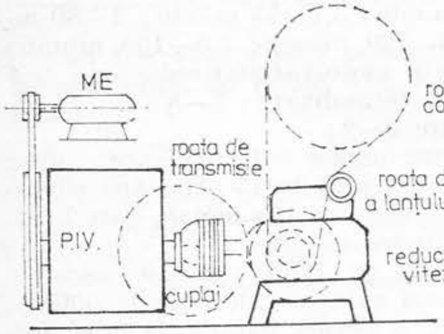


Fig. 508. Sistemul de antrenare al lanțurilor

d. Dispozitivul pentru prevenirea contracției în lățime acționează pentru apropierea uniformă a lanțurilor de întindere în direcția de ieșire a țesăturii din uscător în aceeași măsură în care are loc contracția în timpul uscării.

e. Sistemul de antrenare a lanțurilor (fig. 508) prin variator P.I.V. și reductor la mașinile moderne de uscat — întins are viteza de inaintare a lanțului reglabilă în mod continuu prin grup Ward-Leonard, sau cu arbore electric.

19.9.4. Rame de întins — egalizat cu un singur parcurs, fără baterie de încălzire

Aceste instalații pot avea dispozitive de umezire prin aburire. Lanțurile sînt antrenate de un mecanism diferențial care asigură deplasarea diferențiată a lanțurilor.

Rama de uscat-întins-termofixat Brückner HN Metalul Roșu (fig. 509) poate prelucra diferite materiale textile, sub formă de țesături, tri-

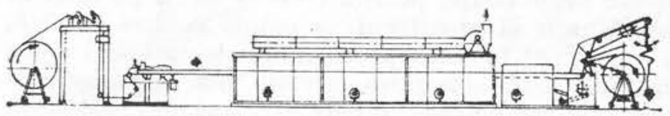


Fig. 509. Rama de uscat — întins — termofixat HN, Metalul Roșu.

coturi dantele, perdele, realizate din fire de bumbac, celofibră, mătase artificială, in, cînepă, fibre sintetice, sau amestecuri ale acestor fibre. Este mai puțin adecvată pentru țesături de lînă. Poate fi utilizată cu anumite dotări, și după aplicarea termoadezivilor pe suportul textil la fabricarea covoarelor PVC, sau după latexarea benzilor transportoare înainte de vulcanizarea stratului de cauciuc.

Rama HN poate fi agregată cu una sau două fularde de diferite tipuri, cu calandre sau cu dispozitive de înfășurare — desfășurare.

Principalele caracteristici tehnice ale mașinii sînt :

— capacitatea de evaporare 140—180 kg/h apă evaporată in fiecare cîmp, în funcție de lățimea maximă de lucru ;

— gama vitezelor de lucru : 3—6 m/min ; 3,7—75 m/min ; 4—80 m/min ; 5—90 m/min ; 5—100 m/min ; 6—120 m/min ; 7,5—150 m/min ; reglabilă fără trepte. Este antrenată prin moto-variator-reductor ;

— numărul de cîmpuri de uscare — termofixare : 1—8 ;

— numărul de cîmpuri de preuscare 0—2 ;

— agenții de încălzire folosiți pentru uscare — termofixare : abur saturat de 6—7 atm sau abur supraîncălzit pînă la 15 atm, apă supraîncălzită pînă la 28—30 atm ; încălzirea directă cu gaz metan, gaze lichefiate ; încălzirea indirectă cu ulei ; încălzirea electrică ;

— temperatura reglabilă între 150 și 170°C pentru uscare, 120...240°C pentru termofixare (în cazuri excepționale pînă la 300°C) ;

— consumul de abur 120—160 kg/h la fiecare baterie, la presiunea de 6—7 atmosfere ;

— consumul de gaz metan 25 m^3 N/h la fiecare arzător la presiunea de 200 mm coloană apă ;

— consumul de energie la încălzirea electrică maximă 188 kwh pe cîmp ;

— consum de aer la încălzirea cu gaz metan, circa 200 m^3/h la fiecare arzător, la presiunea de 500 mm H_2O ;

— consum de aer comprimat 0,5—1,5 m^3/h pentru fulardele cuplate cu rama și pentru dispozitivele pneumatice, la presiuni de 6 atm, pentru fulard, și la presiuni de 0,5—3 atm, pentru dispozitive ;

— debitul de aer evacuat de 1 500 m^3/h din fiecare cimp de uscare — termofixare și 3000 m^3/h din primul cimp și din cimpurile cu insuflare de abur ;

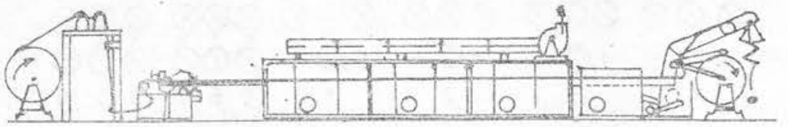
— debitul de aer reincălzit 2 × 20 000 m^3/h in fiecare cimp de uscare termofixare pentru lățimi de lucru pină la 2 000 mm și, 2 × 2 5000 m^3/h, pentru fiecare cimp cu lățimea de lucru de 2 200—500 mm.

— puterea pentru acționarea principală 4—17 kW, în funcție de lățimea țesăturii de 2,5—3 kW pentru preuscătoare, 7,5—13 kW pentru acționarea fulardelor, 2 × 5,5 kW pentru ventilatoarele de recirculare a aerului in cazul materialelor textile cu lățime pină la 2 000 mm și 7,5 kW pentru lățimi de la 2 200 pină la 5 000 mm. Puterea ventilatoarelor de evacuare [(1...3) × (2,2)... 4)] kW și a ventilatoarelor pentru cimpul de răcire 3,5 kW sau 7,5 kW. Pentru instalații electrice auxiliare 10—15 kW și pentru încălzirea electrică 188 kW/cimp.

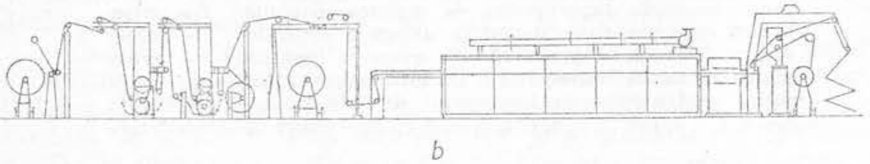
Corespunzător naturii fibrei indiferent de tipul mașinii de uscat — intins — termofixat, umiditatea finală a materialului textil nu trebuie să depășească următoarele valori :

Tipuri de materiale textile	Unitatea relativă, în %
Mătase naturală (fire în sculuri)	12...20
Bumbac (fire în sculuri)	8,5
In și cinepă (fire în sculuri)	12
Lină cardată (fire în sculuri)	17
Lină fină (fire)	17
Lină aspră (fire)	15
Țesături din lină	10...12
Țesături de semilină	8...9

În fig. 510, *a* este prezentată rama de uscat — termofixat V. N. Metalul Roșu, iar în fig. 510, *b*, rama de apretat — condensat — termofixat.



a



b

Fig. 510. Rame de uscat — termofixat :
a — rama de uscat termofixat VN, Metalul Roșu ;
b — rama de apretat-policondensat-termofixat

19.10. MAȘINI DE USCAT – TERMOFIXAT

19.10.1. Mașina de uscat-termofixat Artos

Mașina poate lucra independent sau agregată la unul sau două fularde și un calandru.

Mașina este formată din următoarele dispozitive și instalații :

— instalația de redresare a curentului alternativ în curent continuu pentru alimentarea motoarelor electrice de acționare ;
— dispozitivul de introducere a țesăturii ;
— dispozitivul pentru corectarea lățimii, avansului și rolării țesăturii ;
— dispozitivul pentru îndreptarea bătăturii și firelor curbe ;
— instalația pentru recircularea aerului ;
— instalația pentru evacuarea aerului ;
— tunelul (rama) pentru uscare și termofixare ;
— dispozitivul de ieșire a țesăturii, cu mecanismele pentru tragerea, plierea și înfășurarea țesăturii ;
— instalația pentru măsurarea umidității ;
— dispozitivul pentru ungerea lanțurilor.

Mașina, din punct de vedere electric, este echipată cu un pupitru pe al cărui capac sînt montate aparatele electrice de comandă și semnalizare, cum ar fi : comutatoarele de poziție, butoane de acționare prin apăsare și lămpi de semnalizare (fig. 511). Fiecare instalație sau dispozitiv este dotat cu un aparat de comandă și lămpi de semnalizare. Așa de exemplu, fiecare grup ventilator este prevăzut cu cîte un comutator (*a*, *e*, *i*, *m*) și cu lămpi pentru verificarea prezenței tensiunii, a funcționării la viteza de 1 000 rot/min și la viteza de 1 500 rot/min ; celelalte dispozitive sînt echipate cu cîte un buton (*r*, *t*, *x*, *z*, *a*) și cîte o lampă pentru funcționare (*s*, *u*, *w*, *y*, *q*, *b′*).

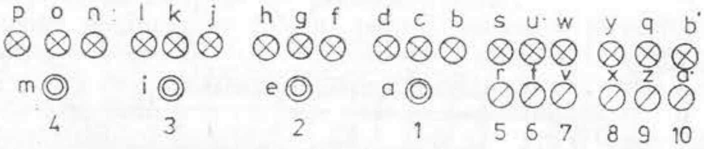


Fig. 511. Pupitru de comandă pentru mașina Artos :
1,2,3,4— comutatoare pentru comanda ventilatoarelor ; *5*— buton pentru comanda dispozitivului de reglarea nivelului ; *6* — buton pentru comanda dispozitivului de reglarea nivelului ; *7* — buton pentru comanda dispozitivului de ungere a lanțurilor ; *8* — buton pentru comanda dispozitivului de avans a țesăturii ; *9* — buton pentru comanda dispozitivului de introducere a țesăturii ; *10* — buton pentru comanda tamburului de introducere a țesăturii ; *b, c, d, f, g, h, j, k, l, n, o, p, s, u, w, y, q, b′* — lămpi de semnalizare.

În tablourile și pupitrele electrice ale mașinii se află montate alte aparate de exemplu : contactoare, relee, transformatoare, elemente redresoare. Bornele acestor aparate precum și conductoarele electrice, care

se racordează la aparatele de pe mașină sau la punctele de racord sînt conectate la șirurile de clame montate lateral pe pereții pupitrelor și tablourilor electrice.

Încălzirea mașinii se realizează cu elemente formate din țevi ovale aerodinamice (pentru suprafețe optime de încălzire) așezate vertical, prin care circulă aburul la o presiune de circa 50 at. Aceste elemente se pot grupa în registre de încălzire și pot fi amenajate pentru circulația aburului, apei calde sau uleiului. În unele cazuri, se aplică încălzirea mixtă, electrică, cu gaz și ulei adică pentru cele două procese de uscare și de termofixare. Pentru alimentarea cu energie electrică, servesc două conductoare cu secțiunea pe fază de 70 mm, care sînt legate la sistemul de borne RST montat pe mașină.

Tensiunea de lucru este de 3 × 380 V la o frecvență de 50 Hz, curentul de lucru al mașinii fiind de 192 A. Înainte de racordarea la mașină, conductoarele sînt trecute printr-un întrerupător tripolar. De la bornele RST ale mașinii se alimentează receptoarele sale electrice și anume motoarele și transformatoarele electrice.

Curentul continuu pentru alimentarea motoarelor de acționare a mașinii ARTOS, a celor două fularde și a calandrului cu care eventual este cuplată, se obține cu ajutorul unei instalații de redresare cu celule de siliciu. Aceste redresoare au un randament ridicat, stabilitate și siguranță în exploatarea, întreținere ușoară. Materialele acestor redresoare au o structură cristalină analoagă cu aceea a diamantului. După actualele teorii siliciul care este un semiconductor, prezintă două tipuri de conductibilități : una datorită electronilor liberi care constituie sarcinile negative și alta datorită golurilor din structura cristalină, care se comportă ca sarcini pozitive.

Fulardul mașinii poate fi antrenat fie de un motor cu colector, fie de un motor de curent continuu, cu două sensuri de rotație. În cazul agregării cu mașina de întins, reglarea vitezei fulardului este comandată de compensatorii de viteză (cilindrii oscilanți). Dacă mașina trage mai multă țesătură decît debitează fulardul, compensatorul prin cilindrul oscilant oprește mașina ARTOS cu ajutorul întrerupătorului de capăt superior. După remedierea defecțiunii, cilindrul oscilant se aduce în poziția cea mai de jos, astfel incit instalația să fie pornită cu cea mai mică viteză iposibilă.

Fulardul nu se pornește direct — prin intermediul motorului — ci prin intermediul unui cuplaj electric pentru a se evita curenții înalți, de pornire, care se produc la anclanșarea motorului și pentru a despărți — n momentul opririi mașinii — masa motorului de fulard, astfel incît la declanșare, rotirea mașinii să se reducă la minimum.

Fulardul este echipat cu un compresor pentru obținerea aerului comprimat necesar ; compresorul (fig. 512) este acționat de un motor electric trifazat asincron cu rotorul în scurtcircuit. Comanda compresorului se execută cu ajutorul unui întrerupător prin anclașare și declanșare manuală ; la suprasarcină declanșarea făcîndu-se prin releele termice 3 R_t și declanșatoarele magnetice 3 R_m, pe care le posedă. La depășirea valorii presiunii reglate, releul V_1 declanșează motorul 3 m 3 prin cele trei contacte montate în circuitul său de alimentare. Întrerupătorul automat este notat cu 3 *b*.

Motorul principal al mașinii ARTOS este de curent continuu, avînd o putere de 6 kW, fiind alimentat de la o sursă de curent continuu de 440/220 V. Înfășurarea de excitație a motorului poate fi legată cu acesta, în serie, în derivație sau mixt (Compound).

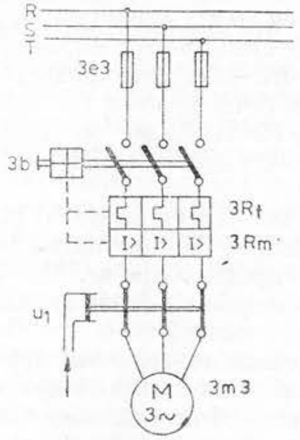


Fig. 512. Schema electrică de comandă a compresorului:
3b — întrerupător automat; *3e3* — siguranțe; *3m3* — motor electric; *3Rm* — relee electromagnetice; *3Rt* — relee termice; U_1 — releu de presiune.

Comanda electrică a motorului de curent continuu pentru acționarea mașinii de uscat-termofixat este prezentată în fig. 513. Motorul de curent continuu se reprezintă simbolic printr-un cerc în care se inscrie litera *M*, cu o liniuță orizontală dedesubt reprezentînd curentul continuu. Sensul de rotație al motorului se indică cu o săgeată. Motorul poate porni cînd: curentul contactorului C_1 este stabilit de către contactorul normal deschis 3 C_1—5 al contactorului primului fulard (fig. 513, *a*), sau cînd contactul normal deschis 2 C_2—1 al celui de al doilea fulard se închide (fig. 513, *b*).

Instalația electrică de circulare și evacuare a aerului cuprinde motoare electrice trifazate cu două înfășurări separate, pentru obținerea unor viteze diferite de rotație ale ventilatoarelor. Cele două viteze (1 000 rot/min și 1 500 rot/min) sînt determinate de numărul de poli care se obține prin racordarea la rețea a înfășurărilor statoarelor montate cîte două, de o parte și de alta pe fiecare cîmp de uscare al mașinii.

Corectarea lățimii țesăturii se poate efectua începînd cu lățimea de 550 mm (pentru țesăturile fixate în clupe) sau 500 mm (pentru țesăturile fixate în ace) pînă la lățimea nominală maximă de 3 500 mm. Reglarea lățimii se execută cu ajutorul unui motor electric de 1,5 kW prin comandă cu press-butoane montate cîte două (unul pentru operația de îngustare iar celălalt pentru operația de lărgire). Prin închiderea circuitului unui releu auxiliar al cărui contact normal deschis, montat în serie cu bobina contactorului de acționare a motorului, se închide determinînd rotirea motorului într-un sens și îngustarea țesăturii. Pentru celălalt sens de funcționare al motorului, respectiv de lățire a țesăturii, servește al doilea releu auxiliar ce va închide un alt contactor.

Lanțurile de introducere sînt reglate la intrare, în mod separat de dispozitive speciale care lucrează automat ca limitatoare de cursă în circuitul de comandă și se pot roti cu cca 7°30′ către interior și 2° 30′ către

cînd conținutul de umiditate al materialului, corespunde umidității relative a aerului 65%. Depășirea acestei limite determină un consum inutil de energie concomitent cu degradarea materialului, care este imposibil de remediat în procesele ulterioare de prelucrare.

Măsurarea umidității se bazează pe relația dintre umiditatea țesăturii și conductibilitatea electrică a acesteia. Astfel cele mai mici variații ale umidității țesăturii conduc la modificarea conductibilității sale electrice. Instalația de măsurare utilizează rezistența chimică a țesăturii umede, rezistență care variază logaritmic cu cantitatea de apă conținută de țesătură.

Pentru măsurarea și reglarea umidității se folosește instalația textometer — Mahlo, care indică umiditatea relativă în procente — prin compararea umidității măsurate cu umiditatea optimă, stabilită inițial. Totodată poate indica abaterea valorii măsurate a umidității de la valoarea prescrisă.

Instalația poate avea forma unui dulap de comandă, în care sînt incluse toate elementele de comandă și acționare sau a unei construcții pe subansambluri cuprinzînd dulapul de comandă, dulapul de acționare și tabloul indicator. Execuția din subansambluri are avantajul că permite montarea tabloului de comandă în orice loc (în apropierea mașinii de uscat) indicatoarele putînd fi montate într-un loc separat mai sus. În plus, fiecare instalație mai este dotată cu un tahogenerator cu două role, motoare de acționare și arc spirală de antrenare, precum și cu un dispozitiv palpator. În dulapul de comandă se găsește sistemul electronic cu tranzistori pentru amplificarea semnalului de umiditate. Pentru schema electrică sînt utilizate circuite imprimate interschimbabile și relee capsulate ermetic, care se montează și demontează prin îmbinări de prize și fișe ; în cazul în care se lucrează pe circuite imprimate, releele capsulate sînt ușor interschimbabile împreună cu circuitele imprimate. Astfel de relee sînt acționate magnetic nu prin piese mecanice, mobile (fig. 514). Dulapul de comandă U_3 se alimentează de la fazele R, S ; pe faza R este montată o siguranță de protecție 12 01 2A. La borna *1* se readuce legătura de la nulul instalației electrice. Sursa de alimentare trebuie să fie de 220 V și 56—60 Hz, să aibă o putere de circa 60 V A și să nu prezinte variațiuni de tensiune mai mare de ±10% deoarece peste aceste limite aparatul nu mai poate fi stabilizat.

Legăturile dintre tabloul indicator U_1, tabloul de manevră U_2 și dulapul de comandă U_3 se pot executa cu cabluri din cupru, cu circa 15 poli avînd secțiunea minimă de 0,75 mm. Legătura la palpatorul t se efectuează cu un cablu de măsură special, ecranat, a cărui inimă se leagă la fișa de curent a palpatorului ; ecranul cablului nu trebuie legat la pămînt. În cazul palpatorului interior, la izolatorul de trecere se leagă numai inima cablului. Izolația exterioară și ecranul se taie cu circa 3 mm înaintea punctului de legare, această porțiune a capătului cablului fiind protejată cu un tub izolant. Această izolare perfectă între inimă-ecran, inimă—masă, și ecran—masă, se verifică prin ridicarea palpatorului, caz în acul indicator al instrumentului de măsură nu se stabilizează la zero.

Cablul ecranat se montează numai în încăperi a căror temperatură trebuie să fie sub 60°C. Tehnogeneratorul f_1 este legat la tabloul de comandă U_3. Microclimatul încăperii în care funcționează mașina de uscat (umiditatea aerului, prezența valurilor de abur și alți factori cum ar fi grosimea sau viteza țesăturii) nu influențează rezultatul măsurătorii, care reprezintă conținutul de umiditate în locul cel mai umed, înregistrat de rolele palpatoare : de exemplu, dacă țesătura este umedă la o margine și uscată

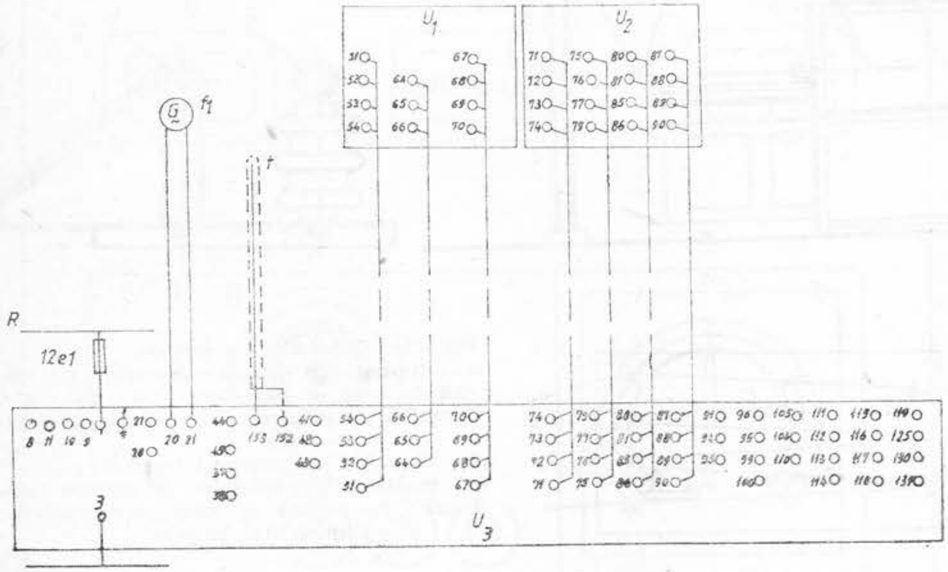


Fig. 514. Schema electrică pentru conectarea la rețea a instalației de măsurare a umidității : *1201* — si guranțe ; *f* — tahogenerator ; *1* — palpator ; *U1* — tablou indicator ; U_5 — tablou de manevrare.

la mijloc, instrumentul indică conținutul de umiditate din această margine, nu media liniară a umidității celor două porțiuni. În cazul utilizării sistemului de reglare automată a dispozitivului Textometer — Mahlo este necesar să se evite suprauscarea, de aceea alimentarea cu abur se ștrangulează, astfel încît materialul să treacă prin locul de măsurare cu o umiditate relativ normală.

Dispozitivul de palpare (taster) este format din trei role de măsurare (una la mijloc — fig. 515 — și cîte una lateral) și se montează la ieșirea din uscător.

După ieșirea din mașina de uscat *1*, țesătura *2* este condusă de rolele *3* și *4*, trecînd prin fața dispozitivului de palpare *5* legat la conducta *6* a tabloului indicator.

La uscătoarele cu lungime mare, umiditatea țesăturii trebuie măsurată și în interiorul camerii de uscare. În acest caz, palpatorul (fig. 215, *b*) se compune dintr-o bară izolată *1* și o bară neizolată *2* peste care este condusă țesătura a cărei umiditate se măsoară. Montarea dispozitivului

de palpare este prezentată în fig. 515, *c*; în interiorul mașinii cu etaje *1*, țesătura *2* alunecă peste electrozii de măsură ai dispozitivului de palpare *3*.

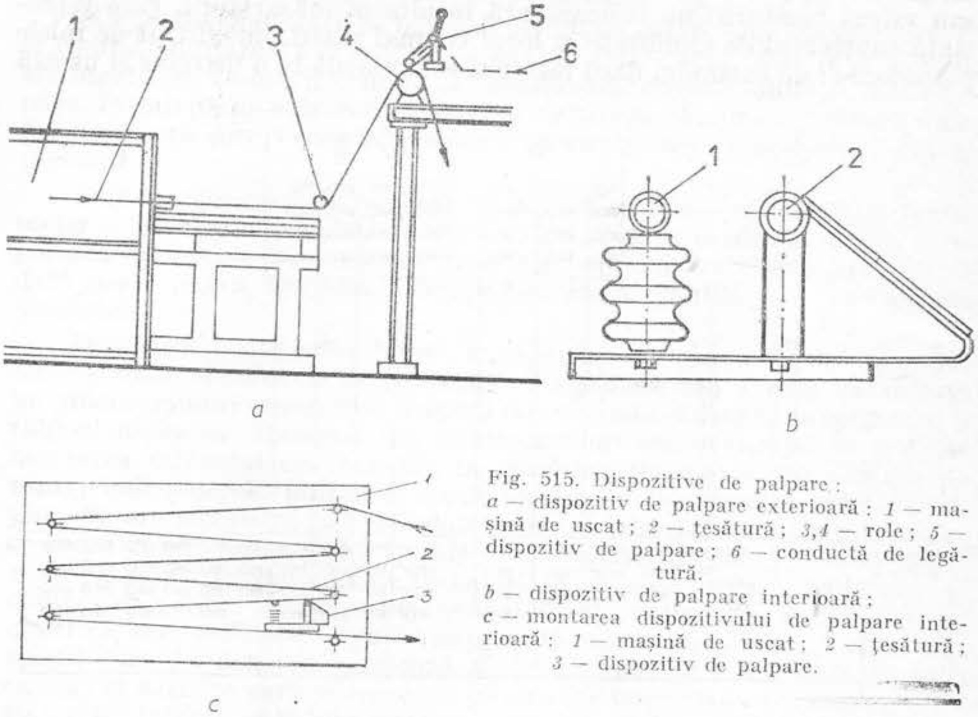


Fig. 515. Dispozitive de palpare:
a — dispozitiv de palpare exterioară: *1* — mașină de uscat; *2* — țesătură; *3,4* — role; *5* — dispozitiv de palpare; *6* — conductă de legătură.
b — dispozitiv de palpare interioară;
c — montarea dispozitivului de palpare interioară: *1* — mașină de uscat; *2* — țesătură; *3* — dispozitiv de palpare.

Tabloul de comandă utilizat pentru măsurarea umidității (fig. 516) se compune din: butonul *1* pentru oprire, de culoare albastră care semnalizează în timpul funcționării; butonul *2* pentru conectarea instalației de culoare albă care devine luminos la conectare (trebuie să treacă circa 2 min pînă la intrarea în regim normal de funcționare, timp necesar încălzirii palpatorului); butonul *3* de culoare roșie pentru conectarea automată a reglajului, devine luminos cînd umiditatea țesăturii se abate de la normă; butonul *4*, utilizat pentru măsurarea vitezei motorului de poziționare a instalației prin impulsuri de reglare se colorează în verde; butonul 5 de culoare portocalie, utilizat pentru reducerea vitezei.

Umiditatea prescrisă, la care trebuie să lucreze automat dispozitivul de măsură, se obține potrivindu-se această mărime pe scara gradată în valori procentuale, cu ajutorul comutatorului rotativ *6*. La reglarea comutatorului rotativ se va ține seama de faptul că țesătura care iese caldă din uscător, în timpul plierii sau înfășurării pe sul, mai poate pierde prin evaporare o cantitate de umiditate, care poate varia între 0,5 și 2%; pentru a se evita obținerea unor valori eronate nu se recomandă mărimi de reglare situate pe începutul și sfîrșitul scării gradate. Valoarea prescrisă va fi superioară valorii reale întrucît mașina de uscat, avînd în interior o umiditate relativă ridicată nu poate reduce, prin uscare, umiditatea țesă-

turii sub o anumită valoare reziduală. Pe tablou este montat și instrumentul indicator de umiditate relativă 7, gradat în procente, al cărui domeniu de măsură cuprinde 270°C și trei plăci luminoase pentru semnalizare la distanță și anume: placa *8* semnalizează umiditatea sub limita prescrisă (minus), placa *9* semnalizează umiditatea normală iar placa *10* umiditatea peste limita prescrisă.

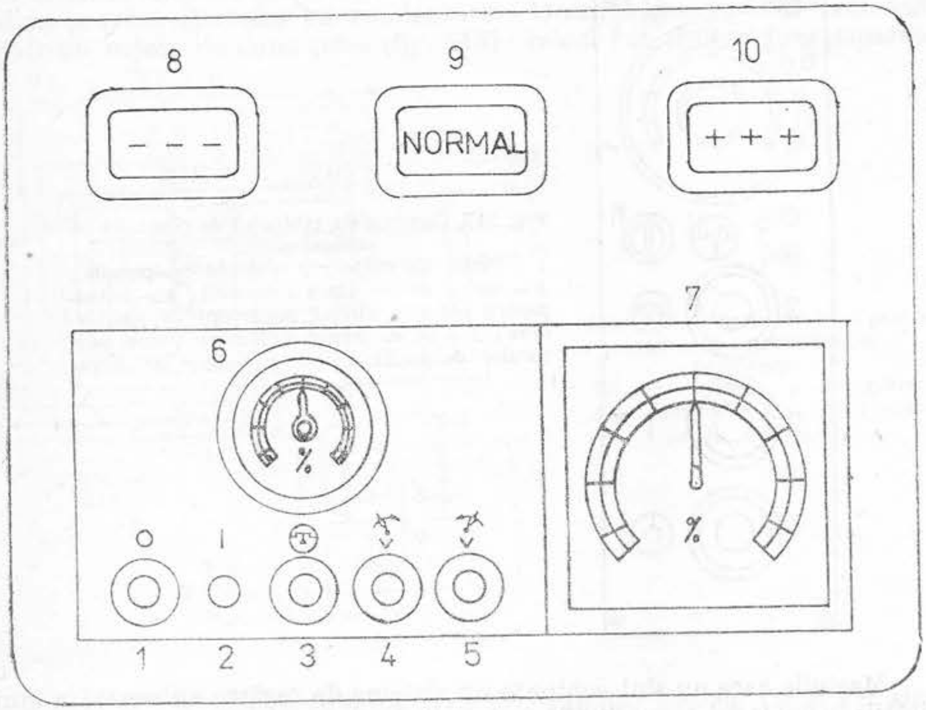


Fig. 516. Tabloul de comandă pentru măsurarea umidității țesăturii: *1* — buton de oprire; *2* — buton de pornire; *3* — buton de conectare automată; *4* — buton pentru măsurarea vitezei motorului de poziționare; *5* — buton pentru reducerea vitezei motorului de poziționare; *6* — comutator rotativ; *7* — instrument indicator; *8*, *9*, *10* — plăcuțe indicatoare.

În a doua variantă constructivă, dispozitivul este construit pe sub ansambluri, dulapul de comandă avînd o formă specială (fig. 517) prezentînd cîteva elemente în plus față de varianta anterioară și anume: cheia *11* pentru zăvorîrea comutatorului *6* (în poziția „zăvorit", comutatorul *6* trebuie apăsat prin rotire). Tabloul de comandă se montează pe cît posibil, separat la distanță suficientă de zona vibrațiilor și a radiațiilor termice (temperatura maximă admisă fiind de +50°C) fie prin suspendare, fie după un alt sistem de montare.

Transmiterea vitezei. Viteza mașinii se măsoară cu un tahogenerator cuplat la partea de acționare, cu ajutorul șaibelor originale ale mașinii. Tahogeneratorul are un raport de transmitere de 1000 rot/min la viteza maximă a mașinii. Dacă pentru măsurarea umidității se utilizează o altă mărime, cum ar fi de exemplu umiditatea aerului evacuat, nu mai este necesar tahogeneratorul ci se montează două comutatoare pe dulapul de

comandă, prin intermediul cărora se aplică regulatorului semnalul de măsurare și reglare a umidității (o tensiune fixă, echivalentă cu aceea pe care ar furniza-o tahogeneratorul), precum și un întrerupător care blochează atît reglarea cît și semnalizarea optică, atunci cînd mașina se rotește încet sau este oprită.

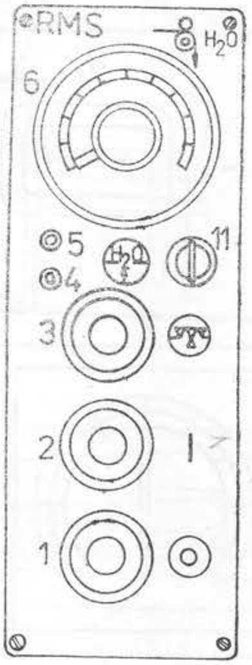


Fig. 517. Construcția tabloului de comandă pe subansamble:
1 — buton de oprire; *2* — buton de pornire; *3* — buton de comutare automată; *4* — buton pentru mărirea vitezei motorului de poziționare; *5* — buton pentru reducerea vitezei motorului de poziționare; *11* — cheie de zăvorire.

Mașinile care nu sînt echipate cu sisteme de reglare automată a umidității au în locul tahogeneratorului un întrerupător unipolar, care este deschis cînd mașina se află în repaus sau în mers lent. În locul acestui întrerupător se poate folosi contactul auxiliar al unui contactor din sistemul de acționare al mașinii.

Sistemul de reglare este format dintr-un regulator cu pași tip PID, montat în dulapul U_1. Regulatorul se caracterizează prin rapiditatea cu care lucrează atunci cînd crește diferența dintre valoarea umidității prescrise și cea efectivă. În sistemul de reglare se mai poate monta un simulator electric care înregistrează ultima viteză a mașinii, iar la pornire regulatorul aduce mașina mai rapid la parametrii corespunzători acestor viteze. La staționarea mai îndelungată cum ar fi schimbarea unei partide, memoria se anulează automat, iar regulatorul își caută singur punctul de lucru corespunzător pentru noua partidă.

Regulatorul comandă creșterea vitezei de rotație a mașinii în cazul în care valoarea măsurată se depărtează — crescînd sau descrescînd — de valoarea prescrisă sau îi reduce viteza de funcționare cînd valoarea măsurată tinde către valoarea prescrisă.

Pentru liniile tehnologice dotate cu fulard sau alte utilaje se pot monta succesiv mai multe instrumente dintre care primele sînt ultizate

pentru măsurarea umidității mai înalte la intrare, iar ultimul pentru măsurarea umidității reziduale.

Pentru reglare se pot utiliza oricare din aceste mărimi. Sistemul automat de reglare poate acționa și asupra unor elemente de poziționare, cum ar fi robinete pentru abur etc.

Motorul de poziționare este dotat cu frînă electromagnetică pentru oprire, frînă care dă posibilitatea unei reglări fine, în trepte. Se poate utiliza și frînă electrică cu condensator. Motorul electric este acționat printr-un sistem de două relee (fig. 518) : releul $1R$, pentru funcționarea

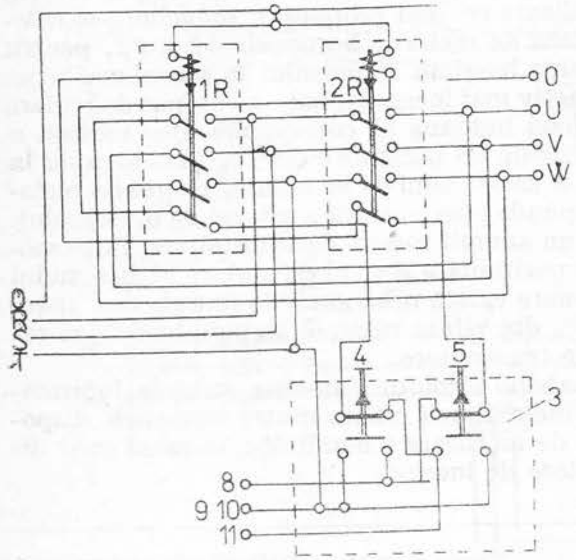


Fig. 518. Schema electrică pentru comanda motorului de poziționare :
1R, 2R — relee ; *3* — pupitru ; *4,5* — butoane ; *8, 9, 10, 11*—borne la textometru.

mai lentă și $2R$, pentru funcționarea mai rapidă. Releele $1R$ și $2R$ sînt protejate împotriva scurtcircuitelor și deformării contactelor, prin condensatoare de stingere a scînteilor (nu sînt redate în figură).

Comanda dispozitivului de măsurare a umidității (fig. 519) se realizează prin butoanele $E1$ care determină — prin apăsare — devierea acului instrumentului de măsură la diviziunea 50 a scalei ; butonul $E2$ pentru ajustarea poziției de echilibru ; butonul D de amortizare, care în timpul etalonării pentru indicații fără întîrziere se așează pe poziția *1*, iar în timpul funcționării — în pozițiile *2*...*3* ; pentru amortizarea fluctuațiilor continue ale acului — datorită micilor variații de umiditate butonul *1* pentru valoarea prescrisă a umidității. Cînd umiditatea efectivă este apropiată de aceasta se iluminează placa transparentă „normal" iar în cazul diferențelor în plus sau în minus se iluminează plăcile cu indicațiile respective. Cu butonul T se pot regla limitele domeniului „normal", așezîndu-se butonul în poziția *2*...*3* ; poziția *1* se folosește în cazul unor limite de toleranță foarte strînse ; butonul BE pentru selectarea celei mai mici viteze a mașinii la care poate lucra instalația de reglare a umidității, viteză sub care reglarea se blochează. Cu acest buton se poate selecta un domeniu de viteze care variază între 6% și 60% din vi-

teza maximă a mașinii ; butonul *BZ* pentru reglarea timpului de plecare, și anume intervalul de timp în care instalația rămîne blocată în vederea funcționării mai rapide. Practic, acest timp corespunde debitării unei încărcări complete a mașinii ; butonul *F* pentru adaptarea vitezei de reglare a valorii măsurate ; butonul d*F*/d*t* reglează variația valorii măsurate (în poziția *0* variația este nulă, iar în poziția *9* — maximă) ; butonul d*v*/d*t* indică influența variațiilor vitezei mașinii asupra sistemului de reglare. În poziție *0* sistemul nu este conectat, iar în poziția maximă, *9* se obține efectul de stabilizare cel mai pronunțat, reducîndu-se totodată viteza de reglare ; butoanele *J1* și *J2*, pentru modificarea lungimii impulsului în sensul mai repede, respectiv mai încet. Trebuie ca un pas de reglare a celor două butoane să corespundă unei variații a vitezei mașinii de uscat de circa 1% (de exemplu la o viteză a uscătorului de 60 m/min, un pas de reglare corespunde unei variații a vitezei de 0,6 m/min). Dacă la un anumit raport de transmitere, între motorul de poziționare și axul de reglare al sistemului de acționare există o lungime de impuls mai mare de 1—2% din viteza mașinii, trebuie modificat raportul de transmitere.

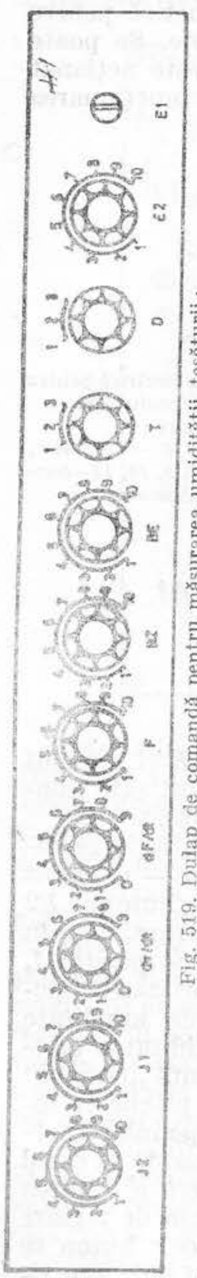


Fig. 519. Dulap de comandă pentru măsurarea umidității țesăturii : E_1 — buton pentru etalonare ; E_5 — buton pentru ajustarea poziției de echilibru ; *D* — buton pentru amortizare ; *T* — buton pentru reglarea umidității ; *BE* — buton pentru viteză mică ; *BZ* — buton de reglarea timpului ; *F* — buton pentru reglarea vitezei ; d*F*/d*t* — buton pentru reglarea deviației ; d*v*/d*t* — buton de variație a vitezei ; Y_1Y_5 — butoane de modificare a impulsului.

În tabelul următor sînt date valorile informative privind reglarea unora dintre butoanele dispozitivului de măsurare a umidității, în cazul unor diferite viteze de lucru :

Butonul	Timpul de trecere a țesăturii prin uscător				
	30 s	1 min	2 min	4 min	peste 4 min
BZ	2...4	4...6	6...8	8...10	10
F	6...7	4...5	3...4	2...3	1...2
d*F*/d*t*	1...3	3...5	4...6	6...8	8...10
d*v*/d*t*			1...10		

Arborii electrici. În general, pentru funcționarea cu aceeași viteză, mecanismele de lucru ale mașinilor sînt acționate prin intermediul unor cuplaje plasate pe arborii motoarelor care pot fi de tipul : cuplaj rapid — în cazul acționării prin două motoare electrice ; cuplaj prin diferențial mecanic, cuplaj prin fricțiune, arbore electric. Arborii electrici pot avea două motoare electrice, ca la mecanismul de fixare (prin înțepare). În ambele cazuri arborii electrici sînt constituiți din motoare de curent alternativ cu inele colectoare.

Arborii electrici cu două motoare (fig. 520, *a*) prezintă înfășurările statorilor *1* și *2* (prevăzute pentru legarea în stea) conectate în serie și bornele rotorilor *3* și *4* legate fază la fază. Arborele electric trebuie sincronizat înainte de punerea în funcțiune, prin conectarea la rețea și anume : prin contactorul *5* se conectează la două faze, iar prin releul de timp *6* sau printr-un contact auxiliar, se obține anclașarea cu intîrziere a fazei a treia.

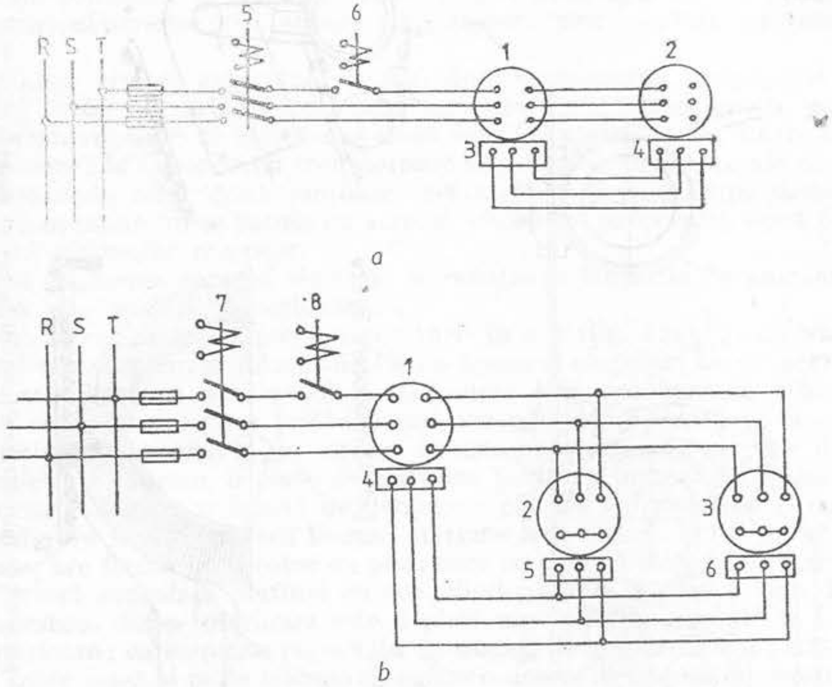


Fig. 520. Arbori electrici :

a — schema de principiu a arborelui electric cu două motoare : *1,2* — înfășurările statorilor ; *3,4* — bornele rotorului ; *5* — contactor ; *6* — releu de timp ; *b* — arborele electric cu trei motoare.

Cîmpul alternativ care se produce în mașină la conectarea în două faze, obligă rotorii să intre în poziția corectă a polilor, după care poate avea loc anclanșarea la rețea în trei faze.

Punerea în funcțiune se efectuează după următoarea regulă : rotorii trebuie să se poată roti liber, ceea ce impune deconectarea tuturor pieselor de antrenare a mașinii ; statorii motoarelor trebuie legați conform schemei din fig. 520, *b*, iar bornele rotorilor se scurtcircuitează și motoarele se conectează la rețea. Rotorii trebuie să se rotească în sensul de funcționare ; dacă trebuie modificat sensul de rotație, se inversează cablurile de intrare și de ieșire ale statorului *1* și se inversează două cabluri la intrarea statorului *2*. Bornele rotorilor, ambelor motoare se leagă între ei. Mașinile lucrează sincron numai atunci cînd viteza de rotație maximă nu depășește 70% din viteza de sincronism.

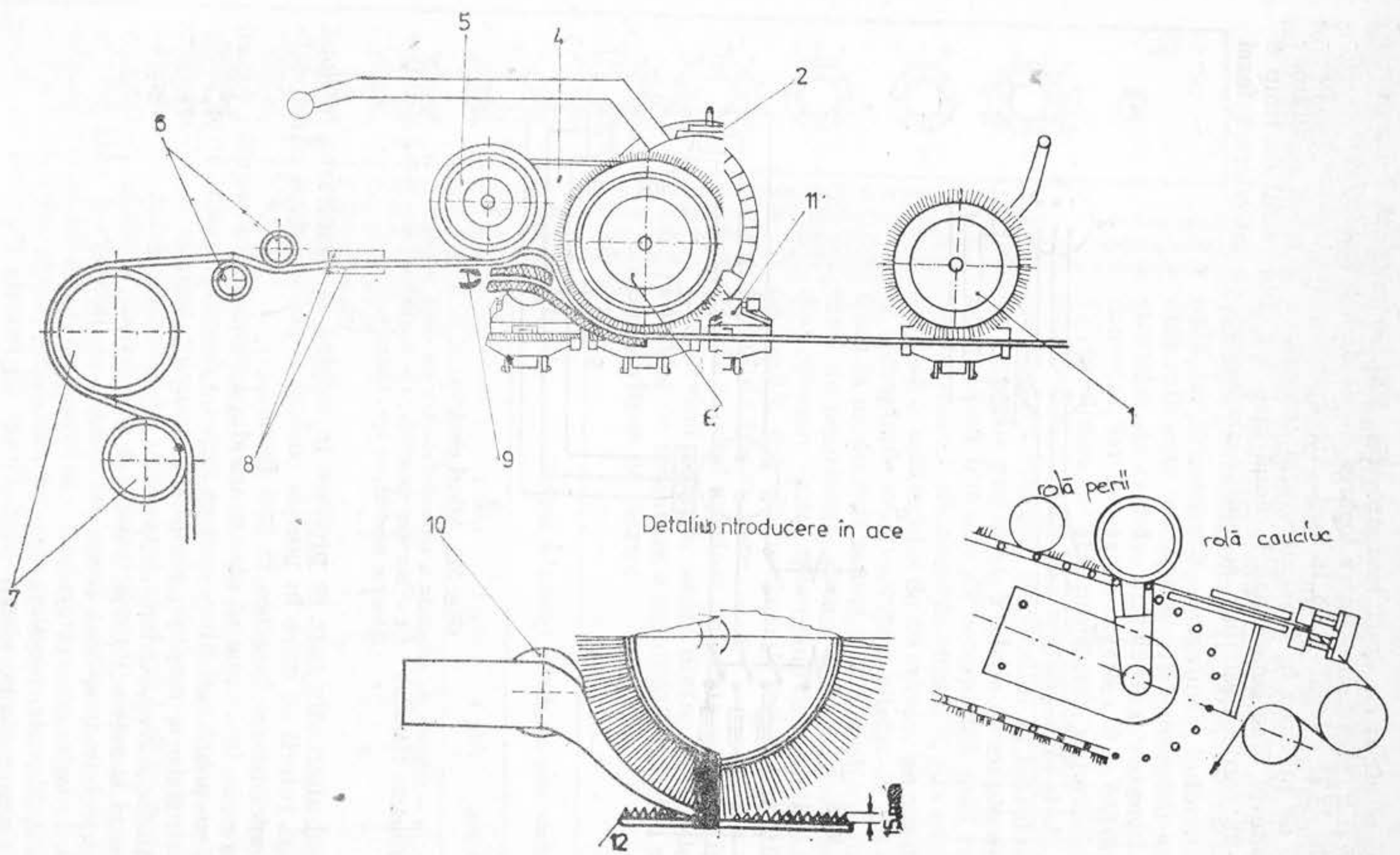


Fig. 521. Dispozitivul de introducere a țesăturii în ace și avans:
1 — perie acționată de lanțul cu ace; *2* — motor cu viteză variabilă; *3* — perie de introducere în ace; *4* — transmisie prin roți dințate; *5* — rolă de alimentare; *6* — desfășurător de margine; *7* — mecanism de supraalimentare; *8* — pipăitor mecanic de margine; *9* — desfășurător de margine; *10* — rolă îmbrăcată în tub vulcanizat de cauciuc; *11* — clupă cu ace; *12* — ace.

Arborele electric cu trei motoare (fig. 520, *b*) lucrează astfel : motorul *1* ca traductor, iar motoarele *2* şi *3* ca receptoare. Înfăşurările statorilor acestor motoare sînt construite pentru conectarea în stea. Statorul traductorului *1* se conectează în serie cu statoarele receptoarelor *2* şi *3* — conectate în paralel. Bornele trebuie legate fază la fază. Motorul traductorului este dimensionat corespunzător sumei puterilor motoarelor receptoare. Sincronizarea este identică cu cea a arborelui cu două motoare. Metoda de conectare a arborilor electrici are avantajul că nu produce temperaturi nepermise nici atunci cînd statorii sînt excitaţi iar rotorii opriţi.

Reglarea vitezei arborelui electric după conectarea motoarelor se realizează astfel : la arborele cu două motoare, dacă viteza creşte peste viteza de sincronizare se inversează două faze la rotorul unuia dintre cele două motoare ; la arborele cu trei motoare se schimbă două faze ale unuia dintre rotoarele celor două motoare receptoare : dacă şi după această operaţie motoarele nu se rotesc cu aceeaşi viteză, se inversează două faze la rotorul ultimului receptor.

După obţinerea rotaţiei sincrone se montează lanţurile de antrenare şi maşina este gata de funcţionare.

Dispozitivul de introducere a ţesăturii în ace (fig. 521). Ţesătura se fixează şi este antrenată în maşină fie cu ajutorul clupelor, fie cu ace. În cazul funcţionării cu ace lanţul de întindere este prevăzut cu plăcuţe (platine) cu ace ; marginea ţesăturii este introdusă şi apăsată pe ace cu perii speciale. Dispozitivul de intrare în ace cu avans se compune din : o rolă mică de cauciuc, o perie de introdus ţesătura în ace, o pîrghie de mînă pentru blocare, o bandă de deplasare cu rolă inferioară şi o masă de introducere în ace, pentru fiecare margine a ţesăturii. Peria de introdus în ace are forma unui rotor cu perii care trebuie să atingă cu întreaga circumferinţă suprafaţa platinei cu ace, fiind plasată la circa 1 mm deasupra acesteia. Masa inferioară este o piesă cromată, suspendată la baza rolei inferioare ; ea se poate regla faţă de dispozitivul de fixare a ţesăturii în ace. Între masă şi perie trebuie să existe o deschidere egală cu grosimea marginii ţesăturii (circa 0,5 mm). Cînd se foloseşte un lanţ combinat (cu ace şi clupe) banda de deplasare este echipată cu un dispozitiv de rabatare şi blocare, astfel încît să poată selecţiona funcţionarea cu dispozitiv cu ace sau cu dispozitiv cu clupe. Pentru transmiterea sincronă a rotaţiei la dispozitivele de introducere în ace cu avans, se folosesc motoare cu inele colectoare, conectate după schema arborelui electric prezentat anterior.

Dispozitivul de introducere în ace şi de avans se poate regla prin modificarea poziţiei motorului şi a angrenajului de introducere.

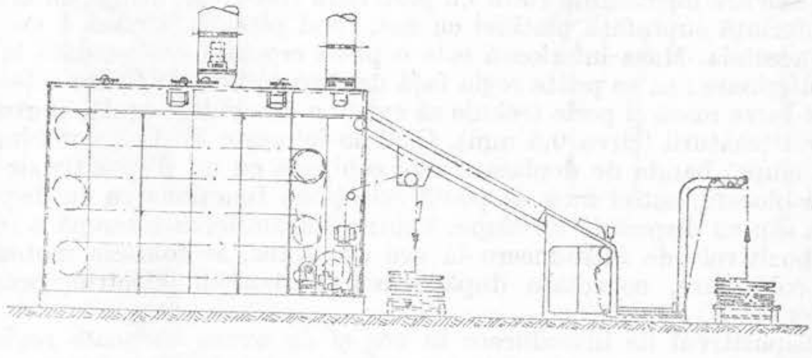
Direcţia de înaintare a lanţului de întindere şi a benzii de deplasare este determinată de unghiul convergent format de rola mică de sus, care se găseşte la circa 3 mm de platinele cu ace şi de la rola mare de jos care se află parţial sub marginea platinei cu ace. Între cilindrii de introducere a ţesăturii şi motorul traductor al dispozitivului de introducere în ace se află un variator cu curea trapezoidală. Viteza rolelor de cauciuc ale dispozitivului de introducere în ace se poate regla prin rotirea unei roţi de mînă prevăzută cu scală gradată Scala se reglează pentru aceeaşi viteză de deplasare a lanţului de întindere a cilindrului de introducere a ţesăturii

şi a rolelor de cauciuc. Variatorul cu curea trapezoidală are o şaibă fixă şi două şaibe de variator, care se pot deplasa între ele cu ajutorul unui angrenaj melcat, de la zero la 10 mm. Dispozitivul de introducere în ace, poate lucra mai rapid dacă se introduce un cuplaj cu con. Printr-o fricţiune corespunzătoare a cuplajului se poate obţine variaţia vitezei între zero şi valoarea maximă.

19.10.2. Rame de înaltă productivitate

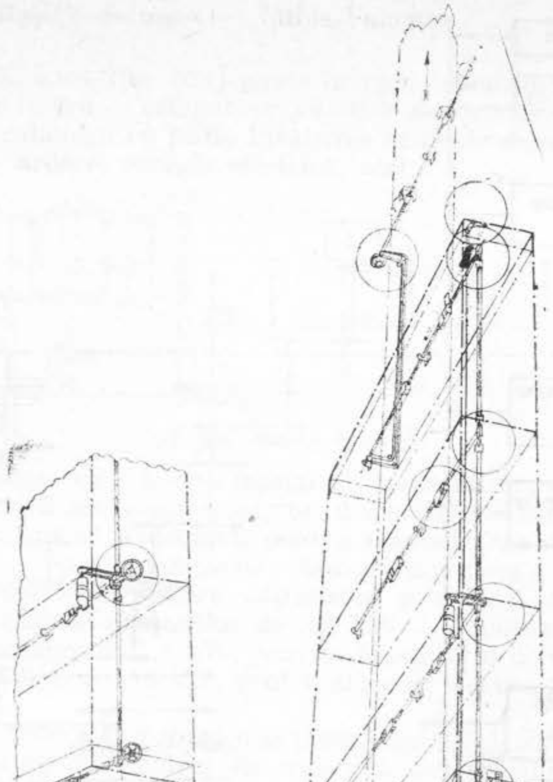
Aceste rame sînt rame multiple, în care ţesătura se deplasează cu viteză mare, de la etajul superior spre cel inferior (fig. 522, *a, b, c,d* şi *e*). Datorită vitezei mari a ţesăturii, ca urmare a creşterii traseului ei, la aceeaşi durată de uscare, se realizează o productivitate mare în comparaţie cu productivitatea ramelor obişnuite, pentru o suprafaţă de amplasare redusă. În general, creşterea productivităţii ramelor a fost posibilă prin intensificarea circulaţiei aerului cu agregate de duze sau ajutaje cu fantă, care trimit aerul perpendicular pe ambele părţi ale materialului textil şi prin reducerea traseului agentului de uscare.

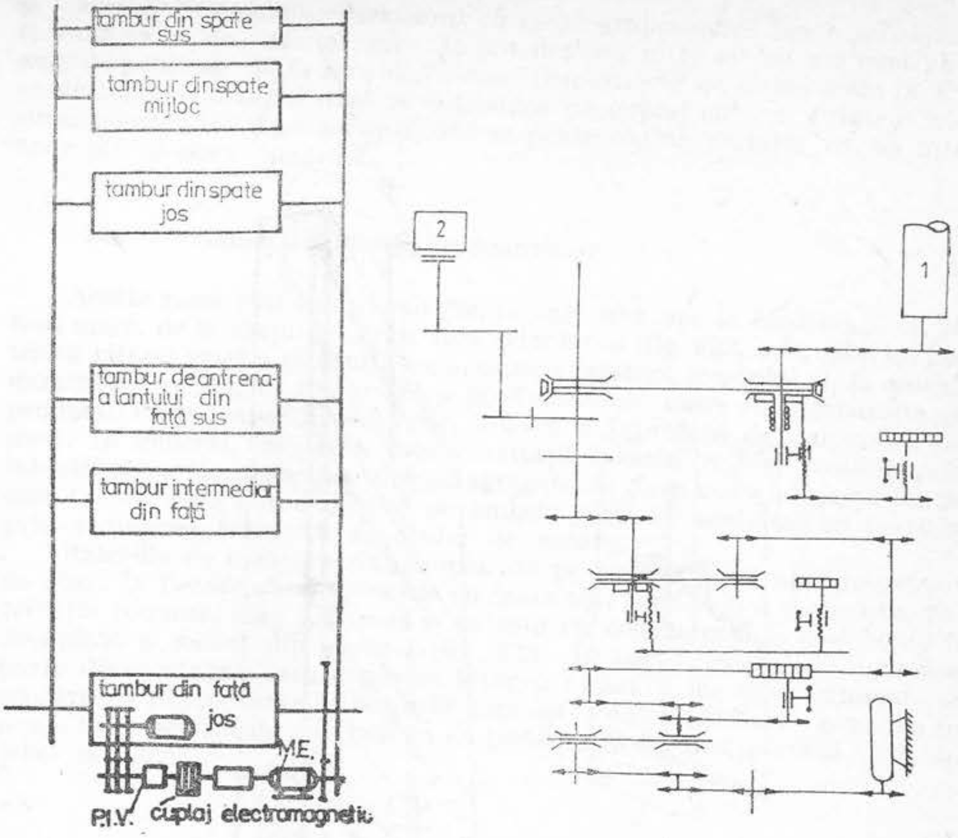
Bateriile de încălzire sînt amplasate pe ambele părţi ale agregatelor de duze. În fiecare cîmp ajutajele cu fante sînt reunite la o cameră de distribuţie comună, care formează o unitate cu ventilatorul şi deci poate fi decuplată şi scoasă din agregat (fig. 523). În cazul ţesăturilor înguste o parte din ajutajele care depăşesc lăţimea ţesăturii, în mod automat, se acoperă cu şibere fixate la lanţurile ramelor. Pentru ţesăturile sensibile se poate mări debitul de aer, pentru ca ţesătura să fie transportată chiar de jetul de aer.



a

b





a *b*

Fig. 522. Rame de înaltă productivitate:

a, b — rame cu mai multe etaje;
c — ansamblul cinematic al tunelului de uscare de la rama Kranzt;
d — schema cinematică generală de acționare a mașinii;
e — mecanismul de variație a vitezei; *1* — cilindrii de alimentare;
2 — conducători de țesătură.

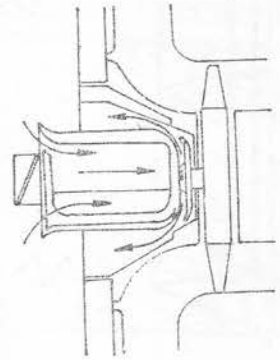


Fig. 523. Unitate decuplabilă pentru circulația aerului.

19.10.3. Mașina de uscat — întins Famatex

Mașina Famatex (fig. 524) poate lucra independent sau în flux tehnologic cu un fulard — echipat cu cilindru de întindere și regulator de nivel — și un calandru cu pîslă. Încălzirea se poate realiza, cu apă caldă, abur, gaze de ardere, energie electrică, ulei.

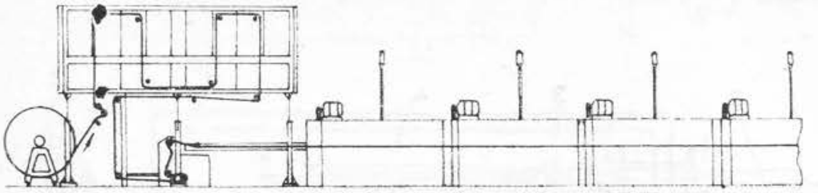


Fig. 524. Mașina Famatex.

În comparație cu celelalte mașini de uscat întins, ea este prevăzută cu o instalație cu aer comprimat, un dispozitiv de îndreptare a firelor de bătătură cu aparat Videomat, pentru semnalizarea defectelor. Mașina poate fi dotată și cu o instalație de măsurare și reglare a umidității.

Puterea motorului pentru acționarea principală este de 3,5 kW, pentru ventilatoarele cîmpurilor de 5,5 kW × 2 motoare pentru fiecare cîmp, pentru compresor 1,5 kW, pentru dispozitivul de îndreptare a firelor de bătătură oblice 0,15 kW, pentru arborele electric 2 motoare a cîte 0,35 kW.

Instalația automată pentru măsurarea umidității reziduale tip Eicken este formată dintr-un element de comandă electropsihrometru — și elemente de măsurare a umidității — dispozitiv de palpare (tastere). Aparatul de comandă este echipat cu un comutator principal care are două pîrghii de repaos (stop) o poziție de funcționare manuală (CTR) și o poziție de funcționare automată ; un comutator pentru reglarea umidității ; un instrument cu scala luminată pentru indicarea umidității ; lămpi de semnalizare optică ; la pornirea mașinii, scala reglării semnalizează verde dacă țesătura are umiditatea prescrisă ; dacă țesătura este prea umedă lampa se stinge și scala instrumentului se luminează în roșu, iar dacă țesătura este prea uscată lampa se stinge și scala se luminează în alb.

Alte elemente de comandă ale aparatului se referă la viteza de funcționare a mașinii și anume lampa roșie de semnalizare indică o funcționare mai lentă decît cea normală, iar lampa albă de semnalizare indică o funcționare prea rapidă.

Dispozitivul de palpare efectuează palparea exterioară și interioară.

Palparea exterioară se realizează cu ajutorul a trei role mici de palpare. Pentru lățimi mari ale țesăturii se poate utiliza un număr mai mare de palpatoare. Rolele sînt amplasate la ieșirea din mașină și anume : două la marginea țesăturii și una la mijloc (fig. 525).

Palparea interioară se execută cu două brațe metalice izolate cu teflon ; brațele se fixează pe bara *2*, astfel încît țesătura „*t*“ să le preseze ușor, și se amplasează la mijlocul țesăturii, distanța dintre ele fiind de circa 75—80 mm, iar lungimea contactului cu țesătura de circa 10 mm Reglarea se efectuează din exterior.

Pentru punerea în funcțiune se așează comutatorul principal pe poziția normal și după încălzirea lui, cu ajutorul pîrghiei de manevră, se ridică cele trei role palpatoare de pe material, iar comutatorul pentru poziția zero. Din tabelele aparatului se poate citi numărul corespunzător umidității pe care trebuie să o aibe țesătura. De exemplu, pentru o țesătură de bumbac, unei umidități de 8% îi corespunde numărul 48 din tabel. Comutatorul pentru umiditate se reglează în acest număr, iar rolele palpa-

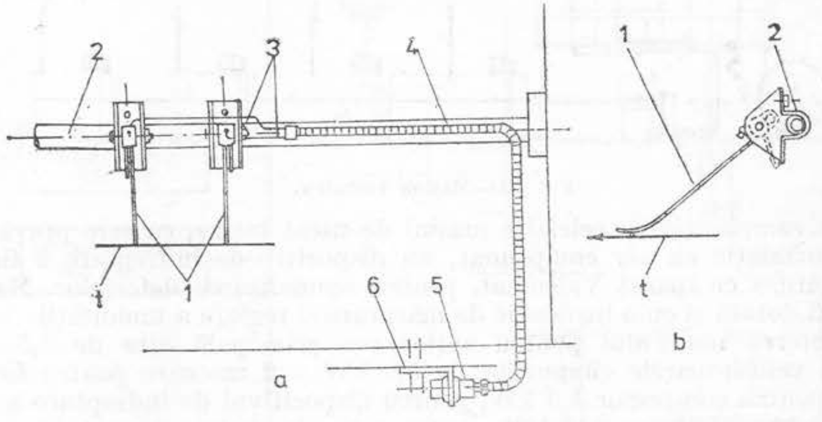


Fig. 525. Dispozitiv de palpare interioară :

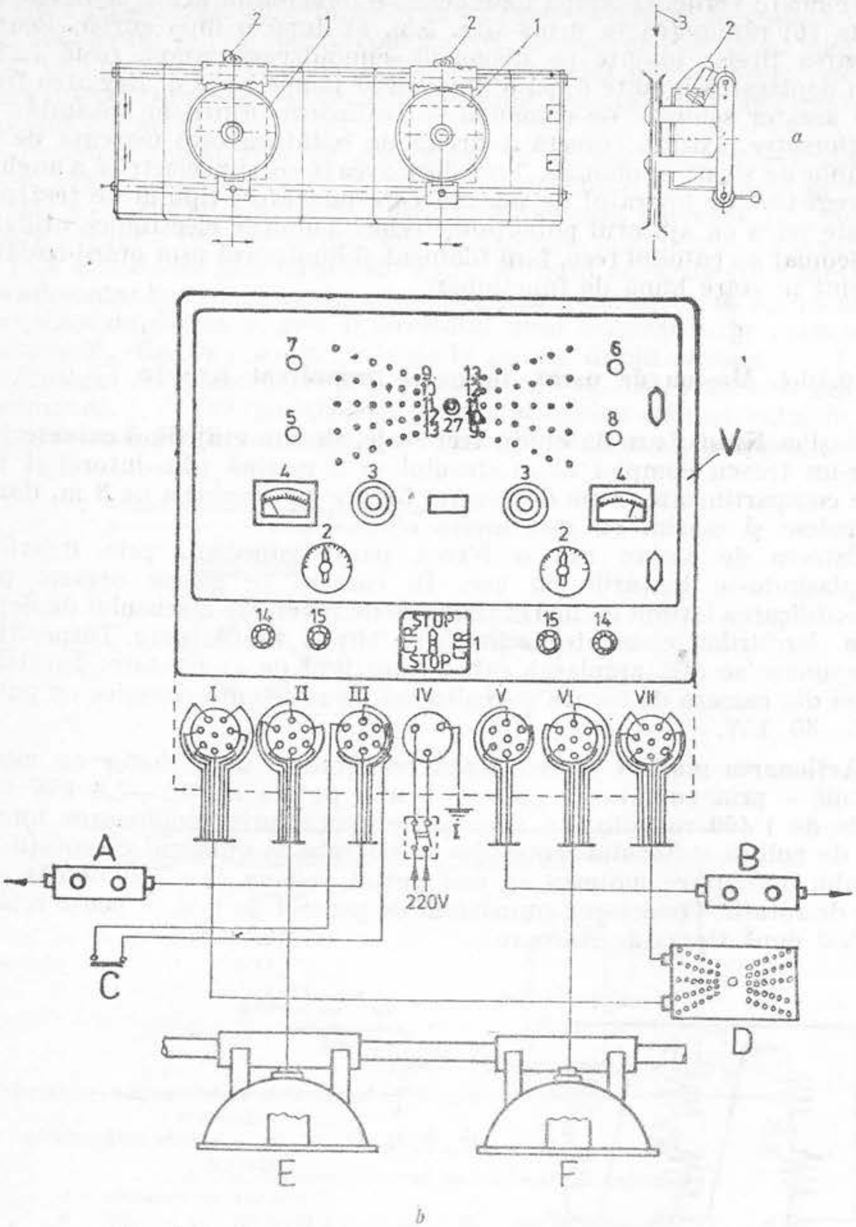
a — vedere laterală ; *b* — secțiune : *1* — brațe metalice ; *2* — bară ; *3* — capetele cablului de legătură ; *4* — cablu de legătură ; *5* — ștecher ; *6* — consolă.

toare se coboară epe țesătură, moment în care instrumentul aparatului de măsură va indical umiditatea reală a țesăturii, care trebuie să corespundă cu cea reglată p comutatorul de umiditate. Dacă nu corespunde, se va încetini sau accera mersul mașinii pînă ce instrumentul de măsură va indica o umiditate egală cu cea reglată pe comutatorul de umiditate.

Se reglează apoi comutatorul de umiditate la procentul dorit, după care întrerupătorul principal se trece pe poziția automat. În această poziție aparatul dă impulsuri de comandă pentru mersul mai repede sau mai încet al mașinii, impulsurile direct proporționale cu diferența dintre valoarea prescrisă și valoarea reală a umidității dorite. Impulsurile sînt independente de calitatea țesăturii și depind numai de calitățile termice ale mașinii.

Iluminările celor două lămpi de semnalizare, indică intrarea semnalelor ambelor circuite de măsură în integratorul — modulator, unde sînt transformate.

Aparatul de redresare a bătăturii Videomat sau Videorectant este utilizat atît pentru țesături cît și pentru tricoturi ușoare și grele, lucrînd pe mașinile Fematex automat și electronic. Aparatul (fig. 526, *a*) este prevăzut cu două capete de măsură prin cablurile *2*, prin care este supravegheată țesătura *3*. Rămînerea în urmă a firelor de țesătură este marcată prin semnale luminoase provocate de impulsuri — de comandă ale lămpi-



b

Fig. 526. Aparatul de redresare a bătături Videomat:

a — schema generală: *1* — cap de măsură; *2* — cablu de legătură; *3* — țesătură; *b* — schema de funcționare a videomatului: *1* — întrerupător de rețea; *A* — dispozitiv pentru îndreptarea bătăturii diagonale; *B* — dispozitiv pentru îndreptarea firelor de bătătură curbate; *C* — aparat de anclanșare — declanșare; *D* — panou suplimentar de semnale; *E*, *F* — capete de măsură; *V* — aparatul Vido *2*,*3* — potențiometre; *4* — instrumente de măsură; *5*, *6*, *7*, *8* — lămpi; *9*, *10*, *11*, *12*, *13* — șiruri luminoase; *14*, *15* — siguranțe de protecție.

lor de culoare verde. O lampă marchează rămînerea în urmă pe diagonală iar alta (6) rămînerea în urmă (fig. 526, b) după o linie curbă. Pentru deplasarea firelor înainte pe diagonală semnalizează lampa roșie 7, iar pentru deplasarea înainte după o linie curbă lampa roșie 8. Reglarea frecvenței acestor semnale de comandă se realizează printr-un ansamblu de potențiometre. Poziția corectă a firelor de bătătură este marcată de un ansamblu de șiruri luminoase. Transformarea în mărimi electrice a unghiului înregistrat de aparatul de măsură corespunzător, tipului de țesătură, se poate regla cu ajutorul potențiometrelor. Tuburile electronice utilizate la Videomat au catodul rece, fără filament și luminează ușor oranj-roșiatic, cînd sînt în stare bună de funcționare.

19.10.4. Mașina de uscat, întins și termofixat Krantz

Mașina Krantz are de obicei trei etaje, fiecare etaj fiind caracterizat printr-un traseu complet al produsului prin mașină (dus-întors) și mai multe compartimente (zone de uscare) fiecare cu lungimea de 3 m, dar se construiesc și mașini cu mai multe etaje.

Camera de uscare are o formă paralelipipedică, prin interiorul ei deplasîndu-se lanțurile cu ace. În cameră se găsesc organe pentru modificarea lățimii de lucru, tambure de inversare a sensului de deplasare a lanțurilor, elemente de încălzire, site și ventilatoare. Dispozitivul de depunere se află amplasat sub dispozitivul de alimentare. Încălzirea aerului din camera de uscare se realizează cu rezistențe electrice cu putere de 25—30 kW.

Acționarea mașinii se realizează cu ajutorul unui motor cu viteză reglabilă — prin comutarea polilor — cu o putere de 6,2—7,8 kW și o turație de 1 460 rot/min. La aceeași frecvență, prin modificarea numărului de poli ai statorului motorului se schimbă și numărul de rotații ale cîmpului învîrtitor; motorul cu mai puțini poli va avea un număr mai mare de rotații. Conectarea numărului de perechi de poli se poate realiza folosind două tipuri de statoare:

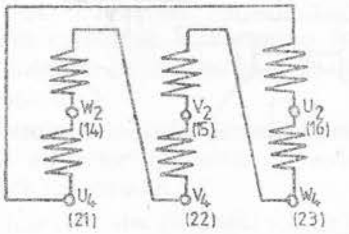


Fig. 527. Înfășurările statorice ale motorului de antrenare: W_2, V_2, U_2, U_4, V_4, W_4 — ieșirile înfășurărilor statorice.

— cu înfășurări separate, la care în aceleași crestături ale statorului se așază două înfășurări complet independente, fiecare înfășurare fiind calculată pentru un anumit număr de poli (fig. 527) se pot obține astfel două viteze diferite ale motorului;

— cu înfășurări comutabile, caz în care, pe stator se găsește o singură înfășurare care se poate comuta. Acest procedeu se aplică mai frecvent. Comutarea numărului de poli ai motorului pentru obținerea unor viteze diferite se realizează cu ajutorul unui comutator de poli Dahlander prevăzut cu 20 borne.

Acționarea lanțurilor de antrenare. În partea dreaptă a mașinii se găsesc organele de comandă a lanțurilor de antrenare, adică un motor electric prevăzut cu o cutie de viteze ce acționează un șurub fără fine, de la care pornește un lanț ce angrenează arborele tamburului de inversiune din față și arborele tamburului de ieșire. Motorul de acționare a lanțurilor este alimentat cu curent continuu de la o punte de redresare R_s, racordată la rețeaua de comandă prin intermediul unui transformator reductor de tensiune T_2 (fig. 528, *a*) cu revenire la zero și dublu contact.

Motorul *1m1*, comandat prin butonul *1b9* (fig. 528, *b*) închide circuitul de comandă *1, 2, 1b9* (poziția *a-b*) precum și bobina contactorului $1c_2$ și *3*. Lanțurile mai pot fi acționate și din părțile laterale ale mașinii.

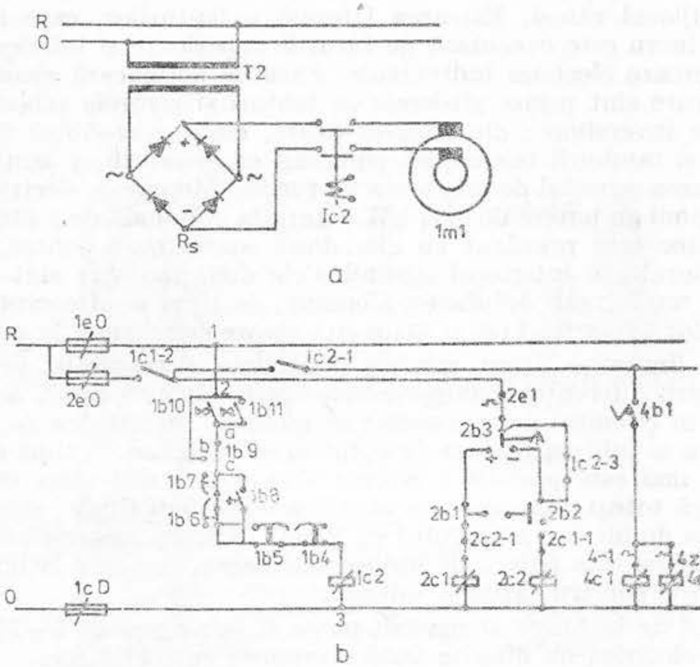


Fig. 528. Schema electrică de acționare a lanțurilor:
a — alimentarea motorului;
b — schema de comandă a motorului: R_s — punte redresoare; T_5 — transformator; *1m1* — motor; *1c1*, *1c2* — contactoare; *1eo*, *2eo* — siguranțe; *1c1 — 2*, *2c2-1*, *2o1-1*, *2m2-3* — contacte; *1c2—1*, *2c1*, *2c2*, *4c1*, *4c2* — bobine; *2b1*, *2b2*, *2b3* — butoane; *2e1*, *4e1*, *4e2* — *1c1* contactele releelor termice; *4b1* — buton.

Cînd circuitul bobinei contactorului se închide, sînt acționate contactele principale din circuitul de alimentare al motorului *1m1*, racordindu-l la bornele redresorului R_s.

În circuitul de comandă al contactorului *1c2* se mai găsesc montate în serie contactele pipăitoarelor de margini *1b6* și *1b7*, precum și contactele normal închise ale pipăitoarelor *1 b4* și 1 *b5*.

Viteza se reglează cu un motor separat, în al cărui circuit de comandă sînt montate contactoarele *2c1* și *2c2* pentru mersul înainte și înapoi; acest circuit nu poate fi comandat decît după ce motorul principal al mașinii ieste pornit. În circuitul de comandă al fiecărui contactor sînt montate limitatoarele de cursă cu rolă *2b1* și *2b2*.

Acționarea rolelor active ale mașinii se realizează prin motoare separate.

Dispozitivul pentru introducerea țesăturii în mașină. Este prevăzut cu două motoare, fiecare echipat cu două contactoare. Pentru limitarea cursei de deplasare a sistemului de ghidare a țesăturii sînt utilizate limitatoarele de capăt de cursă cu acțiune prin rolă, avînd montate în circuitele electrice unul sau două contacte normal închise.

Reglarea lățimii țesăturii se poate modifica prin deplasarea glisierelor cu lanțuri pe cele două margini ale mașinii, ceea ce asigură înaintarea țesăturii pe mijlocul ramei. Mișcarea laterală a lanțurilor, care determină lățimea de lucru este executată de fusurile superioare și inferioare acționate cu motoare electrice individuale. Fusurile acționează elementele de rulare, de care sînt prinse glisierele cu lanțuri și lagărele arborilor de la tamburii de inversiune : din această cauză, cînd se modifică lățimea se deplasează și tamburii telescopici, simultan cu glisierele cu lanțuri, realizînd inversarea sensului de mișcare a lanțurilor. Motoarele electrice pentru reglarea lățimii au putere de 0,37 kW și turația nominală de 1 410 rot/min. Fiecare motor este prevăzut cu cîte două contactoare pentru mișcarea către exteriorul sau interiorul mașinii. Cele două motoare sînt acționate cu ajutorul unui organ de manevră comun, de tipul unui comutator basculant, cu două polarități (+ și —) și cu mișcare de revenire la zero.

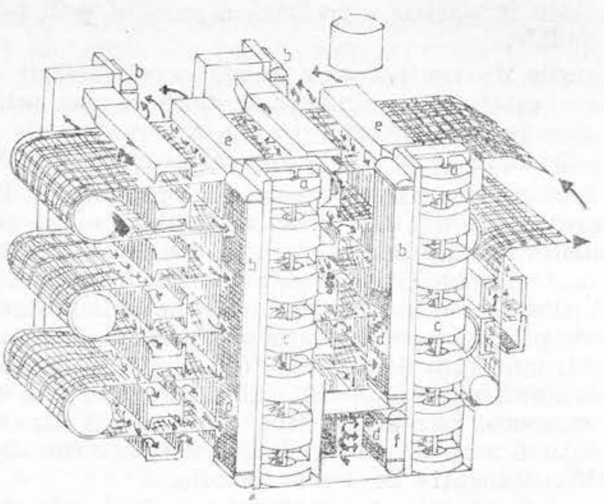
Pentru limitarea lățimii minime și maxime, și respectiv, pentru evitarea depășirii diferenței maxime admise între lățimea finală a materialului textil în circuitul de comandă sînt montate limitatoare de cursă. În cazul în care se utilizează chiar de la intrarea în lățime maximă a mașinii, evident nu mai este posibilă creșterea lățimii țesăturii către ieșirea din mașină. Dacă totuși este necesară modificarea lățimii finale, atunci se reduce lățimea de intrare a țesăturii cu 1 cm. Lățimea materialului la care lucrează mașina, este redată de indicatorul negru, ce arată lățimea finală și de cel roșu pen tru lățimea inițială.

Sistemul de încălzire al mașinii poate fi cu : abur de 6—13 atm cu apă caldă ; electric ; cu diferite fluide termice ; cu ulei și gaz.

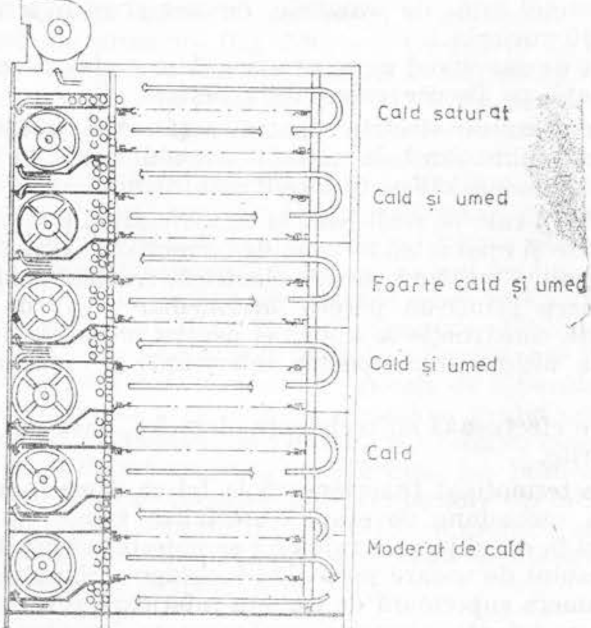
În cazul utilizării aburului, la o mașină cu două cîmpuri și trei etaje pentru intrarea aburului este necesară o conductă cu diametru de 76/70 mm, iar pentru ieșire, două conducte cu diametru de 38/32 mm.

Pentru circulația aerului într-o mașină de uscat cu mai multe etaje prevăzută cu duze (fig. 529,I) se utilizează ventilatoarele centrifugale *a*, *c*, montate pe arbori verticali, formînd blocuri de ventilație individuală.

Fiecare zonă de uscare de 1,5 m lungime este prevăzută cu cîte două blocuri de ventilație. Aceste blocuri sînt instalate alternativ pe cele două părți ale mașinii. Arborii verticali sînt antrenați în mișcare de motoare



I



II

Fig. 529. Mașina de uscat cu mai multe etaje:

I — schema de circulație a aerului prin mașina de uscare Krantz:
a, c — ventilator centrifugal;
b — baterie de încălzire; *e* — tronson cu duze;
d — filtru; *f* — baterie de ventilatoare;
II — variația temperaturii și a umidității agentului de uscare pe zone de la partea inferioară spre ieșire spre partea superioară.

electrice, montate în partea superioară a mașinii prin intermediul unor curele trapezoidale.

Prin blocurile de ventilatoare circulă aerul încălzit de bateriile de încălzire *b*. Aerul este preluat din hala de lucru, condus prin fante, într-un spațiu ce se găsește sub țesătură și apoi este preluat de primul bloc de ventilație *f* și introdus în circuitul normal al curenților de aer.

După filtrare, aerul proaspăt este preîncălzit la temperatura 50–60°C. Pentru sistemul de încălzire cu abur, aerul se preîncălzește într-un schimbător de căldură cu ajutorul condensului. Schimbătorul de căldură este confecționat din țevi galvanizate montate vertical, în fața cărora se află filtrele, confecționate din fire metalice. Bateriile de încălzire sînt așezate pe partea de aspirație a blocurilor de ventilație. Curentul de aer cald pătrunde prin deschiderile (duzele) tronsoanelor *b*, amplasate deasupra traseului țesăturii. Aerul utilizat, încărcat cu umiditate, este condus spre evacuare pe partea stîngă, prin două canale de ventilație montate pe capacul mașinii. Blocurile de ventilație sînt acționate de motoare de 4 kW, și turație de 1 420 rot/min.

După pornirea mașinii prin motorul principal, se acționează succesiv ventilatoarele de circulație ale aerului la intervale de 5 s. Motoarele care acționează ventilatoarele de exahustare, pentru eliminarea aerului umed, sînt montate lateral față de canalele de aer și au putere de 1,5 kW și turații de 1 450 rot/min.

Cantitatea de aer umed ce se evacuează se reglează cu ajutorul unei clapete, montată pe fiecare canal de evacuare.

Puterea motorului electric pentru acționarea ventilatorului care trimite aer rece aspirat din hală, peste materialul textil, la ieșirea acestuia din mașină, este de 1,1 kW și turație 2 800 rot/min.

În mașinile în care se realizează și termofixarea, țesătura se usucă în etajele suprapuse și apoi intră în zona de termofixare situată la partea superioară a mașinii și încălzită pe cale electrică. Această zonă este separată de zona de lucru printr-un perete intermediar prevăzut cu mai multe clapete. Această construcție se aplică și pentru procesele de uscare, aerul circulînd de la ultima zonă (partea inferioară) la zona superioară (fig. 529, II).

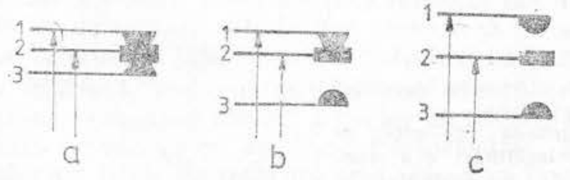
Fixarea se efectuează cu rezistențe electrice, bateriile de încălzire cu abur fiind oprite.

Mașina de termofixat funcționează la fel ca rama normală de uscat în următoarea succesiune de etape: încălzirea ramei cu abur pînă la 100°C — numai în cazul în care rama nu se găsește la această temperatură în urma procesului de uscare normală; închiderea clapetelor din peretele ce desparte camera superioară de camera inferioară pentru a se continua încălzirea cu rezistențe electrice suplimentare, precum și deschiderea ușilor laterale ale celor două etaje inferioare pentru răcirea țesăturii după termofixare; oprirea ventilatorului; aspirația sau reglarea clapetelor; reglarea termostatelor la temperatura dorită; pornirea sistemului de încălzire electrică; controlarea temperaturii necesare în zona de termofixare după reîncălzirea acesteia cu ajutorul termostatelor cu mercur, care se găsesc foarte aproape de termostatele mașinii. Finele operației de încălzire este indicat de un releu termic și de contactorii din circuitul electric. În

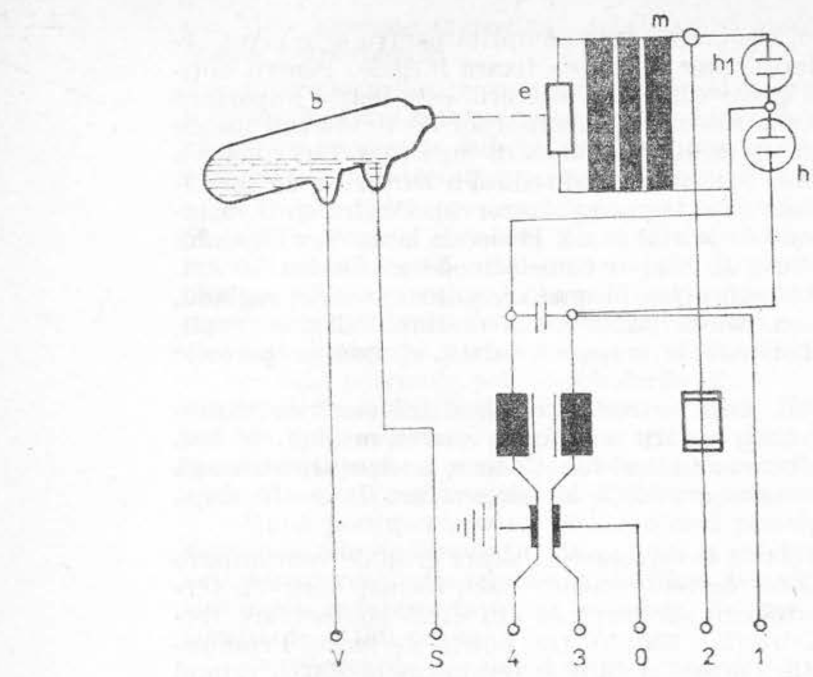
timpul operației de fixare, mașina nu trebuie oprită pentru a se evita arderea țesăturii sau obținerea unor efecte de fixare inegale. Pentru obținerea unei termofixări și uscări corecte a țesăturii, este foarte important ca pe lîngă alegerea corespunzătoare a parametrilor de fixare sau uscare (temperatură și durată) să se creeze posibilitatea unei îngustări ușoare a țesăturii în urzeală, printr-o tensionare mai redusă a lanțurilor de conducere (acestea fiind prevăzute cu o treaptă de rezervă). Pentru ca îngustarea să fie realizată în condiții cît mai bune, glisierele lanțurilor traseului superior al țesăturii, trebuie să aibă o conicitate de maximum 10 cm. Lățimea inițială se stabilește cu ajutorul unui tren de angrenaje, reglabil, situat foarte aproape de comanda principală a mașinii. Lărgirea suplimentară la intrare este indicată de o scală gradată, situată pe peretele trenului de angrenare.

Pentru oprirea mașinii, după întreruperea încălzirii electrice și deschiderea ușilor, primului etaj, pentru a urgenta răcirea mașinii, se lasă ventilatoarele de recirculare a aerului să funcționeze, iar lanțul să meargă cu viteză redusă pînă ce mașina se răcește la temperatura de uscare, după care mașina se oprește.

Dispozitivele pentru reglarea temperaturii. Fiecare grup de ventilatoare este prevăzut cu un regulator de temperatură Bälz, format dintr-un termostat cu contacte de urmărire succesivă și din două contactoare termice. Contactele de urmărire (fig. 530) au trei poziții de lucru. Presupunînd că reglajul temperaturii a fost stabilit în termostat la 220°C, primul contact al termostatului va fi acționat la 218°C. În continuare, se închide contactorul termic Bälz (fig. 530, *b*). Acesta este compus dintr-un releu termic, *e*, de care este legat solidar întrerupătorul cu mercur *b*. Releul termic se încălzește indirect cu ajutorul transformatorului *m*, acesta avînd înfășurarea primară racordată la rețeaua electrică de comandă, prin intermediul lămpilor cu descărcare h_1 și h_2. Releul termic este montat la înfășurarea secundară a transformatorului *m*. Releul este executat dintr-un conductor metalic cu coeficient de dilatare mare protejat de o tolă. De conductor este suspendat liber tubul de mercur. Închiderea întrerupătorului cu mercur este determinată de releul termic care își modifică poziția în funcție de gradul de încălzire, respectiv de intensitatea curentului care-l străbate. Curentul care produce încălzirea firului este primit de la transformatorul *m*, încorporat în contactorul termic, care se conectează la o tensiune egală cu cea indicată pe plăcuță. La bornele *V* și *S* ale contactorului termic se racordează primul contactor, tip DSLE 30 cu contacte de aer. Prin închiderea întrerupătorului cu mercur, circuitul bobinei contactorului DSLE 30 este alimentat la rețeaua de curent electric acționînd bloc-contactele principale (fig. 531).



a



b

Fig. 530. Dispozitive pentru reglarea temperaturii :
a — contact de urmărire cu trei poziţii pentru racordarea rezistenţei :
a' — la valoarea maximă ;
b — la valoarea mediană ;
c — în repaus ;
b — contactor termic Balz :
b' — întrerupător cu mercur ;
e — releu termic ; h_1, h_2 — lămpi cu descărcare ; *m*, *v*, *s*, *o*,-*4* — borne.

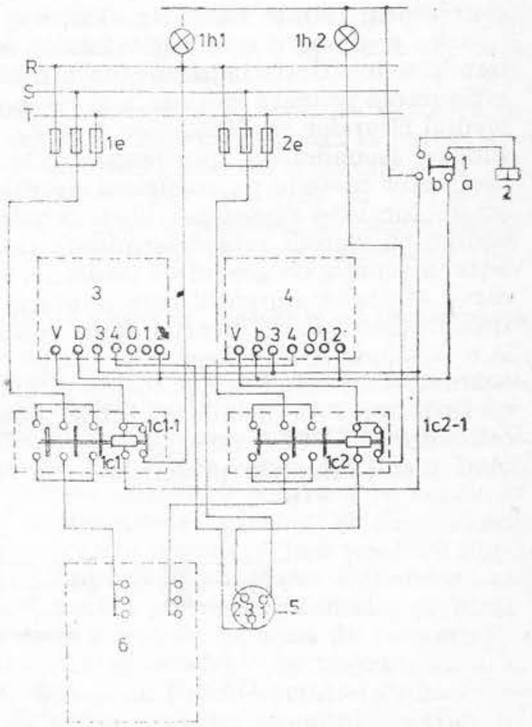


Fig. 531. Comanda electrică a blocurilor de ventilatoare :
1 — buton de comandă ; *2* — reţea de comandă (cleme de legătură) ; *3*, *4* — contactoare termice ; *5* — termostat ; *6* — corp încălzitor.

Cînd temperatura depășește limita de reglare de 220°C, intră în funcțiune al doilea contact al termostatului *5*, comandînd acționarea celui de al doilea contactor termic Bälz *4*, care la rîndul său — va racorda la rețea sistemul de încălzire pentru temperaturi mai scăzute. Precizia cu care lucrează termostatele este de $\pm 0{,}2$°C. Contactoarele sînt prevăzute cu un indicator, care indică exact corpurile de încălzire electrică, care sînt racordate.

Elementele sistemului de încălzire au o putere de 25—30 kW. Termostatele se montează în locuri destinate acestui scop, astfel încît să nu vină în contact cu carcasa metalică a mașinii.

Ajustarea releului termic se realizează prin acționarea șurubului de tensionare a firului de dilatație, urmărindu-se poziția întrerupătorului cu mercur și lampa de semnalizare.

Dispozitivul pentru conducerea corectă a foii de țesătură poate acționa, în funcție de metoda utilizată, pentru măsurarea deformațiilor bătăturii. Se cunosc următoarele metode:

— comparația frecvenței firelor, bazată pe numărarea și compararea numărului de fire din două sectoare de țesătură — așezate simetric — cu ajutorul unui punct luminos mobil. Aparatele automate construite pe acest principiu sînt utilizate pentru redresarea bătăturii;

— utilizarea unui sistem alcătuit din două role mici de măsură, care urmăresc cele două margini ale țesăturii și lansează în cazul deformării oblice sau curbe a bătăturii, un impuls ce determină deplasarea firelor din șir. Metoda prezintă dezavantajul că poate fi utilizată numai în cazul articolelor rigide;

— prin acționarea unor mărci magnetice. Se folosesc aparate de redresat în cazul țesăturilor prevăzute cu fire de marcaj inserate în țesătură (exemplu fire vopsite cu material fluorescent). Marcarea celor două margini ale țesăturii și detectarea lor în vederea determinării deformațiilor se realizează prin aplicarea unor mărci magnetice pe marginea țesăturii, la aceeași înălțime în momentul în care se află pe războiul de țesut. În timpul operației de finisare aceste mărci sînt detectate cu ajutorul capetelor magnetic, așezate de-a lungul marginilor țesăturii, prin înregistrarea trecerii lor determinîndu-se poziția corectă a bătăturii. Țesătura este condusă corect dacă cele două impulsuri transmise de capetele magnetice sosesc în același timp; în caz contrar se deduce existența unor tensionări inegale ale celor două margini ale țesăturii. Metoda prezintă dezavantajul lipsei de rezistență a mărcilor magnetice în decursul operațiilor ulterioare de finisare;

— proiectarea unui fascicul de lumină îndreptat oblic pe suprafața țesăturii; reflecția acestui fascicul se înregistrează numai în cazul în care lipsesc deformațiile țesăturii. Aspectul suprafeței, chiar o diferență de vopsire sau de grosime a firelor, modifică însă reflecția luminii; din această cauză aparatele de îndreptare a bătăturii trebuie să fie aduse la poziția zero, după orice schimbare intervenită în calitatea țesăturii;

— metoda modernă, frecvent utilizată, se bazează pe un principiu electronic și anume: imaginea mărită a firelor de bătătură se proiectează pe o fantă îngustă prevăzută cu un element fotoelectric. Modulația luminii este maximă cînd firele de țesătură trec prin fața fantei paralel și se diminuează în cazul unei poziții oblice a firelor. Așezînd două asemenea

fante sub un unghi convențional în raport cu poziția zero, se obține un semnal diferențial. Pentru o poziție corectă a firelor, modulația celor două semnale este egală, iar pentru o poziție oblică modulația unui semnal va fi mai puternică decît a celuilalt. Pentru determinarea deformației bătăturii sînt necesare cel puțin două asemenea dispozitive, cîte unul pentru fiecare margine a țesăturii.

Deși rezultatele obținute prin această metodă nu sînt influențate de starea suprafețelor, se impun totuși cîteva condiții de funcționare și anume : o oarecare transparență a țesăturii și un traseu rectiliniu al firelor de bătătură.

Dispozitivele de redresare a țesăturii sînt cu cilindri divizați sau cu sisteme locale de frînare. Dispozitivele de redresare obișnuite, utilizate în cazul țesăturilor cu deformații diagonale sau arcuite, sînt alcătuite pe principiul alungirii cursei. De exemplu, dacă marginea stîngă este mai avansată, redresorul primește comanda ca țesătura să execute un drum mai lung pe partea dreaptă. În cazul țesăturilor arcuite, unul sau mai mulți cilindri — funcționînd după același principiu modifică traiectoria țesăturii asigurînd astfel corecția necesară.

Redresoarele mai recente sînt astfel construite încît să poată corecta deformații mai complexe, cum ar fi curbele unilaterale, în formă de S sau în dublu S. Acestea două din urmă se pot egaliza pe ramă, pînă devin deformații curbe sau oblice. Întrucît redresarea unei țesături cu o deformare accentuată este mai bine efectuată în timp mai îndelungat pe mașină de uscat — la intrare — se montează un dispozitiv de redresare obișnuit, pentru deformațiile mai mari, urmînd ca deformațiile mai mici rămase, să se corecteze pe mașină cu ajutorul unui sistem diferențial sau dublu diferențial.

Pentru îndreptarea țesăturilor fără modele sau imprimeuri se recomandă dispozitivul cu două cîmpuri luminoase H_1 pentru determinarea întîrzierii și H_2 pentru controlul gradului de îndreptare (fig. 532) a țesăturii (în cazul țesăturilor în carouri, se poate renunța la cîmpurile luminoase).

Dispozitivul Orthomat tip FMC, construit de firma Mahlo și montat pe mașina Krantz, destinat redresării automate a firelor de bătătură, poate lucra independent de viteza de înaintare a țesăturii, pentru limitele 10—200 m/min și poate fi utilizat atît în cazul țesăturilor cu bătătură rectilinie a căror structură este vizibilă în lumină puternică, cît și a produselor tricotate (a perdelelor tricotate sau a perdelelor cu bătătură rectilinie). Nu este influențat, în funcționare, de culoare și gradul de apretare a țesăturii.

Dispozitivul este constituit din : sistemul de măsură, sistemul de indicare, sistemul de comandă, protecție și reglare și sistemul de corectare a țesăturii.

Sistemul de măsură este format din trei reflectoare puternice așezate pe una din fețele țesăturii și din trei capete de măsură (veghetor fotoelectric) față în față cu reflectoarele, pe lățimea țesăturii. În cazul unor materiale mai late, cum sînt perdelele, numărul veghetoarelor se poate mări la cinci sau șapte. Veghetoarele de poziție sînt prevăzute cu celulă fotorezistivă și preamplificatori cu tranzistori, cu două canale și mai multe etaje. Poziția veghetoarelor este reglabilă și se înregistrează pe o

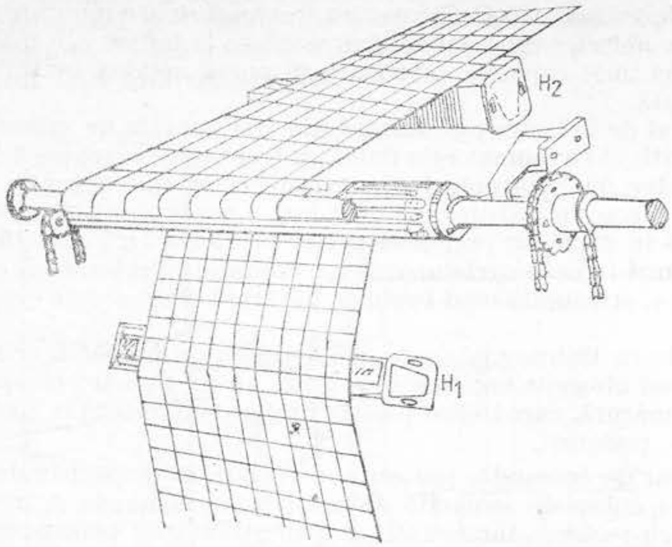


Fig. 532. Dispozitiv pentru redresarea firelor de bătătură :
H_1, H_2 — corpuri de iluminat.

scală unghiulară. Reflectoarele sînt echipate cu lentile pentru dirijarea luminii, iar lămpile lor — de cîte 15 W fiecare — sînt alimentate cu curent continuu de 6,3 V. Veghetoarele și reflectoarele sînt montate pe suporturi (punți purtătoare); acestea sînt reglabile, lateral, prin axe filetate acționate sincronizat cu ajutorul unui electromotor. În fig. 533 este prezentat

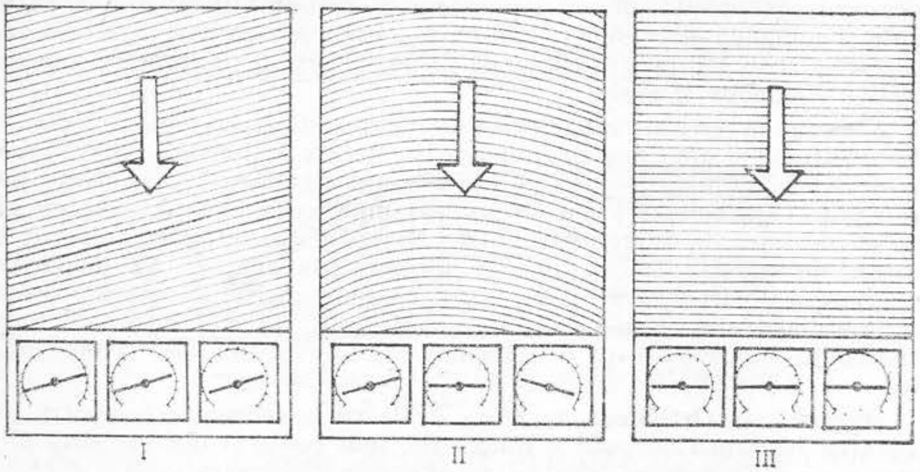


Fig. 533. Poziția indicatorilor unui sistem de măsură Orthomat cu trei veghetoare : *I* — bătătură rămasă în urmă în partea stîngă ; *II* — bătătură arcuită ; *III* — bătătură condusă corect, perpendicular pe firele de urzeală.

un sistem de măsură tip Orthomat cu trei veghetoare montate pe lățimea țesăturii. De obicei, veghetoarele sînt montate la ieșirea din mașină, între lanțuri, astfel încît capetele exterioare să poată acționa lanțurile în mișcarea laterală.

Sistemul de indicare este format din trei aparate de măsură (în cazul cînd dispozitivul Orthomat este dotat cu trei veghetoare) pentru indicarea poziției firelor de bătătură. Indicatoarele celor trei aparate de măsură fig. 533 se găsesc în poziția înclinată într-o parte sau alta cînd bătătura este rămasă în urmă pe partea respectivă (poziția I), înclinată în sensuri diferite (numai indicatoarele aparatelor laterale) cînd țesătura este arcuită (poziția II) și orizontală cînd firele de bătătură sînt așezate corect (poziția III).

Mașinile cu lățime mai mare, echipate cu un număr sporit de veghetoare, în mod obișnuit cu cinci sau șapte, au un număr corespunzător de aparate de măsură, care indică poziția firelor de bătătură în sectoarele respective ale țesăturii.

Sistemul de comandă, protecție și reglare al dispozitivului este prevăzut cu un dulap de comandă divizat : petru comanda și reglarea poziției; pentru reglarea intensității și a sensibilității; pentru semnalizarea deformării bătăturii.

În cazul în care dispozitivul Orthomat înregistrează o anumită deformație care nu poate fi corijată de dispozitivul de redresare, de exemplu o curbă în S sau o curbă ondulată, o lampă de semnalizare din partea a treia a dulapului avertizează acest lucru. De asemenea cînd dispozitivul de redresare se găsește în poziția extremă și nu se obține efectul de corecție dorită.

Dispozitivul de comandă, protecție și reglare cuprinde : un bloc de alimentare de la rețea, care alimentează cu energie electrică aparatele de amplificare, de automatizare a reglării, de control ale poziției, precum și redresorul pentru alimentarea reflectoarelor, trei amplificatoare cu patru trepte și comandă electronică ; cîte un regulator pas cu pas, care lucrează la caracteristica PI, pentru comanda dispozitivelor de îndreptare a deformațiilor diagonale și curbe.

Sistemul de corectare a țesăturii este compus dintr-un regulator pentru firele înclinate și unul pentru firele curbe, fiecare acționat de cîte un motor electric. Impulsurile primite de sistemul de măsură *M* (format din veghetoare și reflectoare) sînt transmise amplificatoarelor de reglare *AR* apoi elementelor de diferențiere *D* (fig. 534). De aici impulsurile ajung la sistemul de corecție (în care *A* este elementul de amestec, *RC* dispozitiv de reglare a deformațiilor curbe, iar *RD* — dispozitiv de reglare a deformațiilor diagonale) și la sistemul de indicare *I*. *LR* reprezintă motorul dispozitivului de reglare pe direcția laterală a veghetoarelor și reflectoarelor.

Dispozitivul Orthomat, în afara utilizării la redresoarele pentru îndreptarea bătăturii curbate și diagonale, mai poate fi utilizat și la alte dispozitive de redresare, pentru corecturi suplimentare.

Pentru țesăturile tip lînă, după operațiile de spălare, vopsire, apretare, se recomandă rama de uscat — termofixat triplu etajată VNE, Brückner — Metalul Roșu. Mașina (fig. 535) poate fi utilizată și pentru

stofe tricotate din lînă. Cu anumite dotări suplimentare poate fi utilizată și pentru termofixarea țesăturilor din fibre sintetice după vopsirea sau imprimarea acestora. Rama poate fi agregată cu un fulard sau cu un alt utilaj în cadrul unei linii tehnologice.

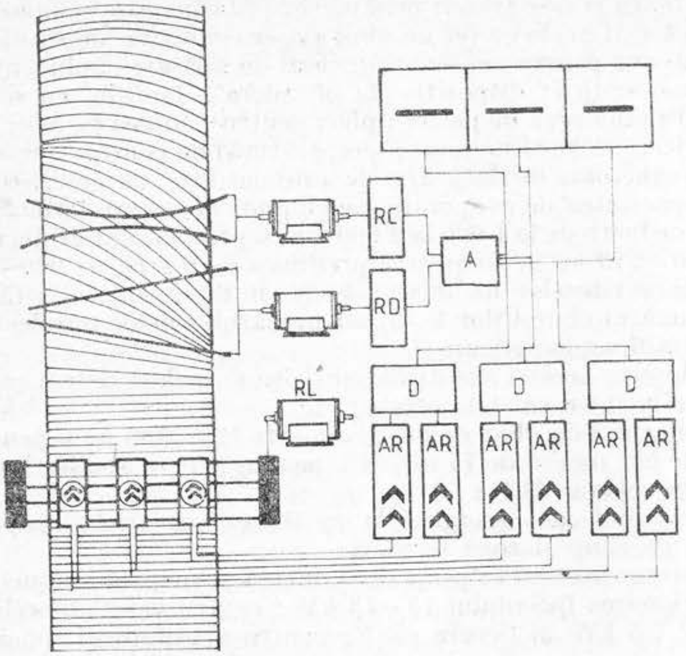


Fig. 534. Schema de funcționare a dispozitivului Orthomat: *M* — sistem de măsură; *Rc* — sistem de reglare a deformațiilor curbe; *RD* — dispozitiv de reglare a deformațiilor diagonale; *RL* — motorul dispozitivului de reglare a veghetoarelor și reflectoarelor; *I* — sistem de indicare; *A* — element de amestec; *D* — element de diferențiere; *AR* — amplificator de reglare.

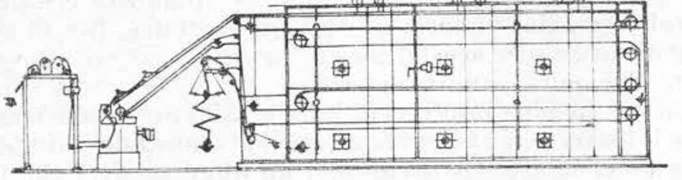


Fig. 535. Mașini de uscat termofixat triplu etajate VNE-Brückner—Metalul Roșu.

Ca și mașina de întins egalizat ES, și mașina HN pentru uscat, egalizat, termofixat, se construiește din elemente tipizate — normalizate (module) după principiul Baukaster. Se livrează în peste 30 tipodimensiuni și în peste 350 de variante constructive.

21 — c. 221

Fiecare cîmp de uscare, cu lungime de 3 m, este prevăzut cu izolaţie termică şi duze de insuflare a aerului, iar racordurile de evacuarea aerului cu sistem de reglare Teleflex.

Şinele pentru lanţurile articulate prevăzute cu plăcuţe cu ace şi cu clapete de siguranţă împotriva căderii de pe ace, asigură deplasarea materialului textil şi şase treceri prin maşină. Maşina este echipată cu dispozitive de curăţit acele cu jet de abur şi perii rotative de sîrmă, cu dispozitive de avans pentru construcţie; perii de apăsare suplimentară cu acţionare pneumatică; dispozitiv de întindere a lanţului cu semnalizator plăci pentru scoaterea de pe ace; plăci pentru punerea pe ace; aparate de măsură (viteză, lăţime de lucru, temperatură) de control (presostate, termostate, veghetoare de flacără) şi de automatizare. Caracteristici tehnice :

— capacitatea de evaporare, pe cîmpuri de uscare termofixare, pentru lăţimi de lucru de la 1 600 la 2 600 mm şi presiunea aburului de 3 at m, este de 210—273 kg/h, iar pentru presiunea de 6 atm, de 260—340 kg/h ;

— gama vitezelor de lucru : 4—80 m/min, reglabilă, fără trepte ;

— numărul cîmpurilor 1—5, iar numărul zonelor termice 2 (una inferioară şi a doua superioară) ;

— foloseşte aceiaşi agenţi de încălzire şi acelaşi sistem ca şi maşina HN pentru întins-uscat-termofixat ;

— consumul de abur de 6—7 atm este 120—180 kg/h pentru fiecare baterie ; de gaz metan de 17 m^3 N/h pentru fiecare arzător la o presiune de 200 mm coloana H_2O ;

— consumul de energie, la încălzirea electrică, de maximum 184 kW/h pe cîmp şi zonă termică ;

— puterea instalată : pentru acţionarea principală a ramei 18,5 kW ; pentru acţionarea fulardului 75—13 kW ; pentru ventilatoarele de recirculare 4 × 7,5 kW în fiecare cîmp ; pentru ventilatorul zonei de răcire 7,5 kW ;

— puterea pentru : încălzirea electrică 184 kW/cîmp ; încălzirea cu gaz metan prin recirculare cu ulei 1,1 kW/cîmp ; puterea pentru instalaţiile auxiliare 10—15 kW.

Pentru tricoturi foarte fine şi foarte sensibile la tensionare, precum şi pentru tricoturile tip mătase foarte uşoare şi sensibile, de greutate 50—80 g/m^2 se recomandă rama de uscat — termofixat cu bandă. Atît tricoturile cît şi ţesăturile ce se pot prelucra pe această maşină, pot fi executate din materii prime foarte diferite (bumbac, celofibră, mătase naturală sau vegetală, vîscoză, acetat) fire sintetice, fire în amestec. Nu se recomandă utilizarea acestei maşini pentru tricoturi sau ţesături executate din lînă pură sau în amestec.

Maşina are în plus faţă de celelalte maşini : o bandă transportoare ; cilindrii de întoarcere şi antrenare a benzii ; cilindrii de întindere a benzii ; dispozitive de centrare. De asemenea, un aburitor de 1 000 mm sau un aburitor intensiv ; dispozitive de tăiere a marginii sau la mijloc ; conducătoare şi derulatoare de lizieră.

Rama poate fi agregată cu fularde de vopsit, apretat sau de stoarcere, cu doi trei cilindrii şi cu dispozitive de înfăşurare-desfăşurare, avînd pentru aceste condiţii de lucru următoarele caracteristici tehnice :

— capacitatea de evaporare : 140—180 kg apă/h şi cîmp ;

— gamele vitezelor de lucru : 3—80 m/min ; 3,7—75 m/min ;

4–80 m/min ; 4,5–90 m/min ; 5–100 m/min, reglabile fără trepte ;

— lățimea de lucru, de la 900 la 3 200 mm ;

— numărul de cîmpuri de uscare, 2–5 ;

— sistemul de încălzire pentru uscare-termofixare : cu abur saturat la 5,88–6,86 bari sau abur supraîncălzit la 27,45 bari ; cu apă supraîncălzită pînă la 14,71–29,42 bari ; încălzire directă cu gaze ; încălzire directă sau indirectă cu ulei ; prin recircularea uleiului ; electrică sau încălzire combinată ;

— temperaturile realizabile în ramă : 150...170°C pentru uscare și 180°...230°C pentru termofixare (în cazuri excepționale pînă la 300°C) ;

— consumul de abur : circa 120–160 kg/h la fiecare baterie la 5,88–6,86 bari ;

— consumul de gaz metan maximum 17 m^3N/h la fiecare aparat ;

— consumul de aer maximum 150 Nm^3/h la fiecare arzător ;

— consumul de energie electrică maximum 2 × 92 kWh în fiecare cîmp cu încălzire electrică ;

— puterea instalată : pentru acționarea principală a ramei 6–15 kW ; pentru ventilatoare de recirculare 2 × 5,5 kW sau 2 × 7,5 kW/cîmp ; pentru acționarea fulardelor sau combinațiilor de fularde 6–12 kW ; pentru acționarea ventilatoarelor din cîmpul sau zona de răcire 5,1–7,5 kW ; pentru ventilatoarele de evacuare n × 1,1 kW + 1,6 kW ; pentru bateriile de încălzire electrică 2 × 92 kW pe cîmp ; pentru încălzire cu recirculare de ulei cca 1,5 kW/cîmp ; pentru încălzire cu gaze sau ulei circa 2,2–3 kW/cîmp ; pentru acționarea dispozitivelor de reglare în lățime 1,1–3,0 kW ; pentru instalațiile electrice auxilare 10–15 kW.

Aspecte economice. Pentru recuperarea căldurii în unele variante constructive se aplică recircularea agentului de uscare fie pe întreg uscătorul, fie pe zone. În fig. 536, *a* este prezentată varianta de recirculare a agentului de uscare prin colectarea într-o conductă comună cu sensul de deplasare de la partea finală spre partea anterioară într-un preuscător cu role.

În a doua variantă (fig. 536, *b*) agentul de uscare la ieșire din zonă este condus în zona anterioară.

Pentru uscarea țesăturilor impregnate în apreturi speciale (antimurdărire, antiglisare, reducerea gradului de șifonare, antistatizare, apretare permanentă) se recomandă agregatul din fig. 537 tip Metalul Roșu, pentru țesături cu greutate de la 60 la 250 g/m^2, ale cărui caracteristici sînt :

— lățimea de lucru 1 600 mm ;

— lungimea cilindrilor de la fulardul din partea anterioară 1 800 mm ;

— capacitatea căzii fulardului 30 l/m ;

— presiunea pe linia de contact 6 atm ;

— duritatea cilindrilor de la fulard 85°–50° Shori ;

— trei cîmpuri a 3 m lungime, cîmpul de alimentare de 4 m ;

— temperatura de 150°C ;

— sistem de uscare liberă cu pernă de aer ;

— zonă de uscare ;

— sistem de debitare în pliuri și pe role cărucior ;

— viteza țesăturii 3–90m/min ;

— încălzire cu abur de 6 atm ;

— puterea instalată 68 kW;
— tensiune de alimentare 380 × 220 × 50 Hz;
— ungere centralizată;
— conducerea țesăturii în ramă, pe lanț cu role prevăzute cu clupe și plăcuțe cu ace;
— sistem de exhaustare cu ventilator;
— gabarit: 30 m × 4,1 m × 3,6 m.

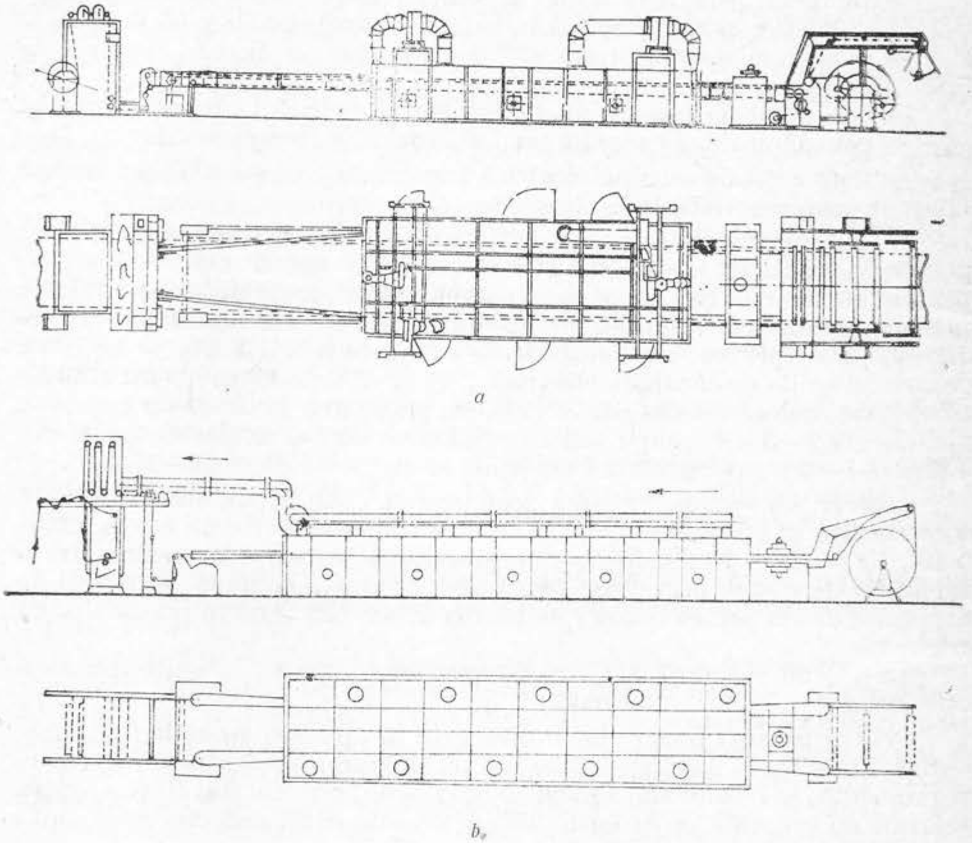


Fig. 536. Ramă de uscat termofixat cu recircularea agentului de uscare pe zone:
a — cu recirculare parțială;
b — cu recirculare totală și agregare la fulard și preuscător.

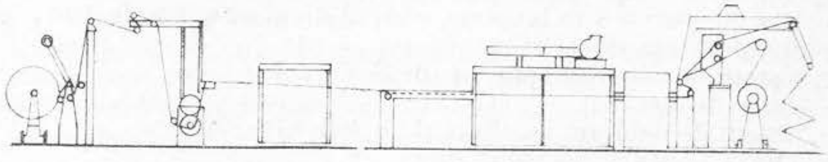


Fig. 537. Mașină de uscat țesături pe care s-au aplicat apreturi speciale.

Mașina de polimerizare servește pentru condensarea pe țesătură a diferitelor substanțe în tratamentele speciale ca reducerea gradului de șifonare; silicromare, antiglisare pe țesături din fire artificiale și sintetice (fig. 538).

Principalele caracteristici tehnice ale mașinii sînt:

— durata de tratare 3—5 min/m;
— lungimea țesăturii aflată în mașină 75 m;
— greutatea țesăturii 60—250 g/m²;
— viteza de deplasare a țesăturii 0—30 m/min;
— lățimea de lucru 1 600 mm;
— puterea instalată 55 kW;

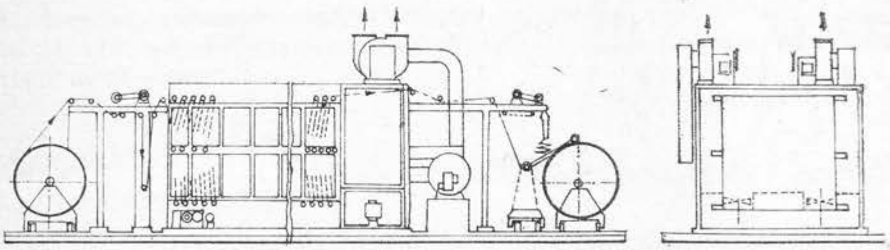


Fig. 538. Mașină pentru polimerizare-policondensarea apreturilor speciale.

— alimentarea cu țesătură din pliuri și role pe cărucior;
— temperatura reglabilă între 80 și 180°C;
— încălzire indirectă cu ulei diatermic;
— cu țesătura în mașină pe role, antrenate, pentru evitarea tensionărilor;
— trei zone din care una de preîncălzire la intrare în mașină și două de condensare; debitare prin compensator pentru răcire;
— debitare pe role, pe cărucior sau în pliuri;
— dimensiuni de gabarit: 10,8 m × 3,5 m × 4,2 m.

19.11. USCĂTOR PENTRU CIORAPI

Pentru uscarea ciorapilor se folosesc forme adecvate de metal, bine lustruite, cu secțiunea goală sau plină.

19.11.1. Forme cu secțiune cavitațională

Formele cu secțiune goală, încălzite cu abur, apă caldă, cu gaze de ardere — pentru ciorapi din bumbac sînt cu perete despărțitor sau cu conductă interioară de încălzire (fig. 539).

Prin formă agentul de încălzire circulă de jos în sus printr-un compartiment, ca abur, iar de sus în jos, prin celălalt compartiment sub formă de condens.

Formele cu conductă interioară de încălzire au în camera goală o conductă de cupru îndoită, ale cărei brațe sînt egale cu lungimea formei. Ca și în cazul primelor forme, aburul pe o ramură urcă și prin cealaltă se scurge sub formă de condens. Ramura pentru urcare este ondulată sub

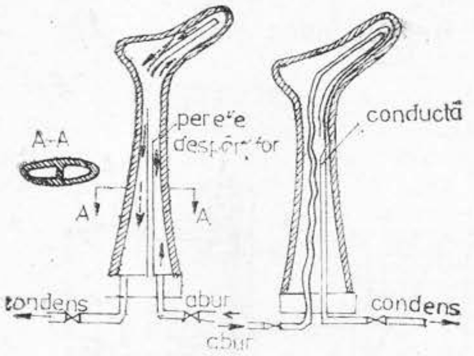


Fig. 539. Forme cu secțiune goală pentru uscat ciorapi.

forma unor mici lire de dilatare. Formele se asamblează în grupuri și sînt racordate la conducte de abur și de condens, așezate în formă de U în plan orizontal.

Pentru ciorapii subțiri se folosesc forme încălzite în trepte, pentru părțile subțiri și pentru părțile groase ale ciorapului.

Formele moderne sînt cu încălzire electrică și reglare automată a temperaturii. Pentru ca pe aceeași formă să se poată prelucra mai multe mărimi de ciorapi s-au construit forme cu vîrf de schimb de diferite mărimi și cu adausuri, care se aplică la forma de bază.

19.11.2. Forme cu secțiune plină

Formele cu secțiune plină, din aluminiu sau oțel inoxidabil, de obicei sînt amplasate pe suporți care sînt așezați pe cărucioare mobile, în vederea transportului în camere sau tunele de uscare (fig. 541).

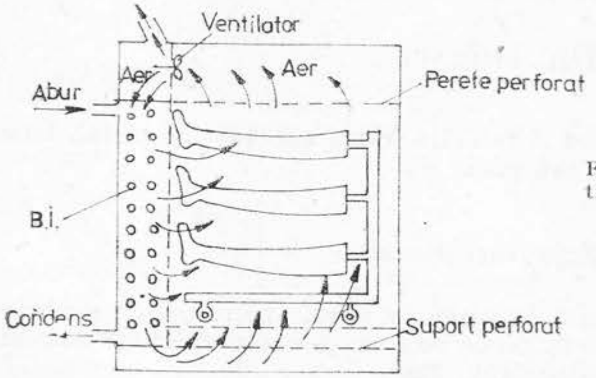


Fig. 540. Uscător discontinuu pentru ciorapi cu forme pline așezate pe cărucior.

Uscătoarele continue după modul de transport al formelor sînt: cu transportor cu benzi, care se deplasează pe traiectorii eliptice (fig. 541)

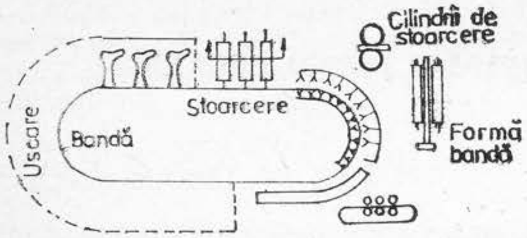


Fig. 541. Uscător continuu cu benzi transportoare, ce poartă forme cu ciorapi.

sau circulare printr-o zonă de umezire cu duze de pulverizare, o zonă de stoarcere (cu cilindri de stoarcere verticali) tunel de uscare și cu transportor cu două șine.

20. UTILAJE PENTRU FINISĂRI FIZICO-MECANICE

Restabilirea aspectului final, plăcut al țesăturilor tip bumbac, după aplicarea apretului și uscare, se realizează prin procesele de spargere a apretului, călcare și prevenirea scurtării, iar pentru țesăturile din lînă prin procesele de umezire și întindere în lățime — cu duze, după uscare, tundere, periere-aburire, prin procesele de călcare, decatare finală, umezire finală.

20.1. MAȘINI DE SPART APRETUL

Mașinile de spart apretul înlătură rigiditatea țesăturilor tip bumbac și în special a celor de vîscoză, care au fost apretate pe o singură parte cu apret consistent, prin trecerea țesăturii printre cilindrii cu profile speciale (butoane sau în formă elicoidală). Datorită turației mari — pe care o au cilindrii — schimbărilor de direcție ale țesăturii și acțiunii cilindrilor cu profile, țesătura primește un tușeu plăcut.

După poziția organelor active, mașinile sînt : cu cilindri cu butoane, așezați pe două rînduri (fig. 542, *a*) — cu distanța reglabilă între ei și cu cilindri cu profile elicoidale grupați pe două circumferințe pe care țesă-

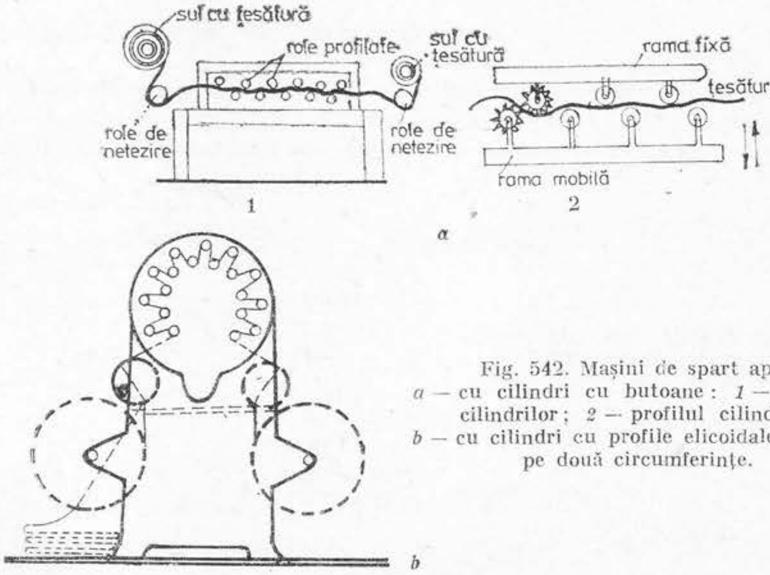


Fig. 542. Mașini de spart apret :
a — cu cilindri cu butoane : *1* — amplasarea cilindrilor ; *2* — profilul cilindrilor ;
b — cu cilindri cu profile elicoidale, amplasați pe două circumferințe.

tura îi înfășoară alternativ (ca la mașina Barotor, pentru vopsirea la temperaturi înalte, (fig. 542, *b*). Sensul profilelor elicoidale, pe o circumferință este spre dreapta iar pe cealaltă spre stînga, pentru ca țesătura să fie centrată în mașină.

Pentru calculul energetic în afară de forțele de tracțiune, de frecare asupra țesăturii și de frecare în lagăre, se ia în considerare și acțiunea de lovire prin șocuri a profilelor cilindrilor, echivalentă greutății fiecărui cilindru.

20.2. MAȘINI DE UMEZIT

Pentru restabilirea calităților naturale — elasticitate, moliciune, umiditate normală — materialele după uscare sînt supuse umezirii și apoi călcării. Prin umezire se înlătură aspectul aspru determinat de fenomenul de suprauscare sau de rigiditatea apretului. Umezirea creează condiții optime pentru călcare — prin umflarea fibrei și a apretului — și pentru întindere. Ea se realizează prin stropirea cu picături foarte fine de apă, urmate de o repauzare pentru uniformizarea umidității.

Pentru umezire se folosesc următoarele mașini (fig. 543, *a*, *b*, *c* și *c'*) : cu perii, prin pulverizare cu aer comprimat, cu deflectoare, prin aburire.

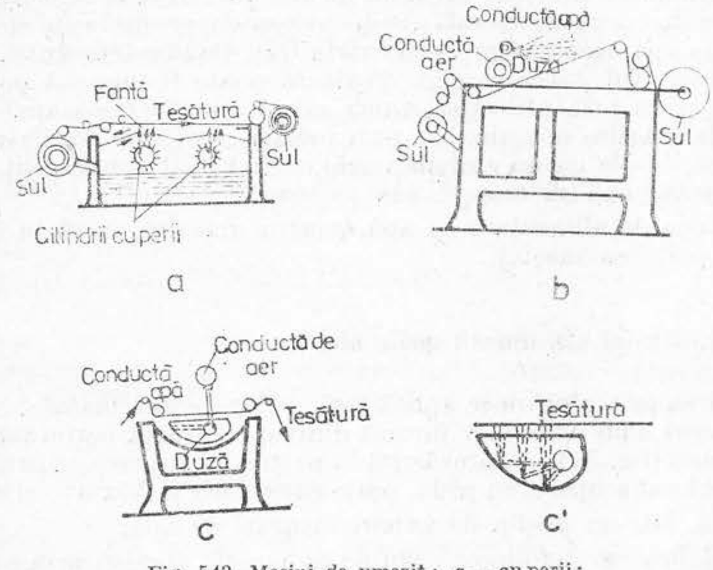


Fig. 543. Mașini de umezit : *a* — cu perii ; *b* — prin pulverizare cu aer comprimat ; *c* — cu deflectoare ; *c'* — modul de lucru al deflectorului.

20.2.1. Mașina de umezit cu perii

Mașina de umezit cu perii antrenează apa din cadă, sub formă de picături, cu ajutorul cilindrilor cu perii — cufundați parțial în apă — care efectuează o mișcare de rotație.

Cantitatea de picături de apă ce cade pe țesătură se poate regla prin : modificarea fantei de trecere a picăturilor, prin deplasarea plăcilor de acoperire de la partea superioară a căzii, prin reglarea turației cilindrilor cu perii.

20.2.2. Mașini de umezit prin pulverizare cu aer comprimat

Aceste mașini se bazează pe principiul injectorului, apa fiind pulverizată cu o serie de duze cu ajutorul aerului comprimat. Duzele sînt așezate pe direcția transversală a țesăturii și racordate la conducte de alimentare cu apă și la conducte de aer comprimat. Țesătura se umezește mai uniform decît în mașina anterioară.

În calculul energetic se urmărește puterea pentru antrenarea țesăturii și pentru transportul celor două fluide necesare în procesul de umezire.

20.2.3. Mașini de umezit cu deflectoare

Mașinile de umezit cu deflectoare funcționează pe principiul pulverizării și schimbării direcției șuvițelor de apă pulverizate, cu ajutorul unor deflectoare în formă de spirală. Prin lovirea cu presiune de deflector a șuvițelor de apă, se obțin picături foarte fine. Conductele sînt amplasate chiar în interiorul deflectoarelor. Țesătura poate fi umezită pe una sau pe ambele părți prin utilizarea unuia sau a două deflectoare. Reglarea gradului de umezire se realizează prin rotația conductei de distribuție ce alimentează duzele cu un anumit unghi, astfel încît convergența conului particulelor de apă să crească sau să scadă.

Instalația de alimentare cu apă, pentru umezire, intră în funcțiune odată cu pornirea mașinii.

20.2.4. Mașini de umezit prin aburire

Umezirea prin aburire se aplică țesăturilor de lînă înainte de călcare — cu ajutorul unui dispozitiv format dintr-o conductă perforată, închisă într-o carcasă (fig. 544, *a*), prevăzută la partea superioară cu orificii și un cilindru perforat acoperit cu pîslă, peste care trece țesătura — și ca operațiune finală, într-un mediu de vapori saturați de apă.

În al doilea caz se folosesc : simple camere de umezit, prin care țesătura este condusă printre — două pînze fără fine umezite continuu, prin trecerea lor prin căzi cu apă ; mașini cu aspirare (fig. 544, *b*).

Mașinile cu aspirare se bazează pe același principiu ca și uscătoarele cu cilindri perforați, cu deosebirea că ventilatorul aspiră aerul umed realizat în cămașa mașinii prin pulverizare cu duze. Uniformitatea umezirii este reglată automat prin modificarea vitezei țesăturii și a debitului. Ele pot fi agregate cu mașini London Shrunk (fig. 544, *c*).

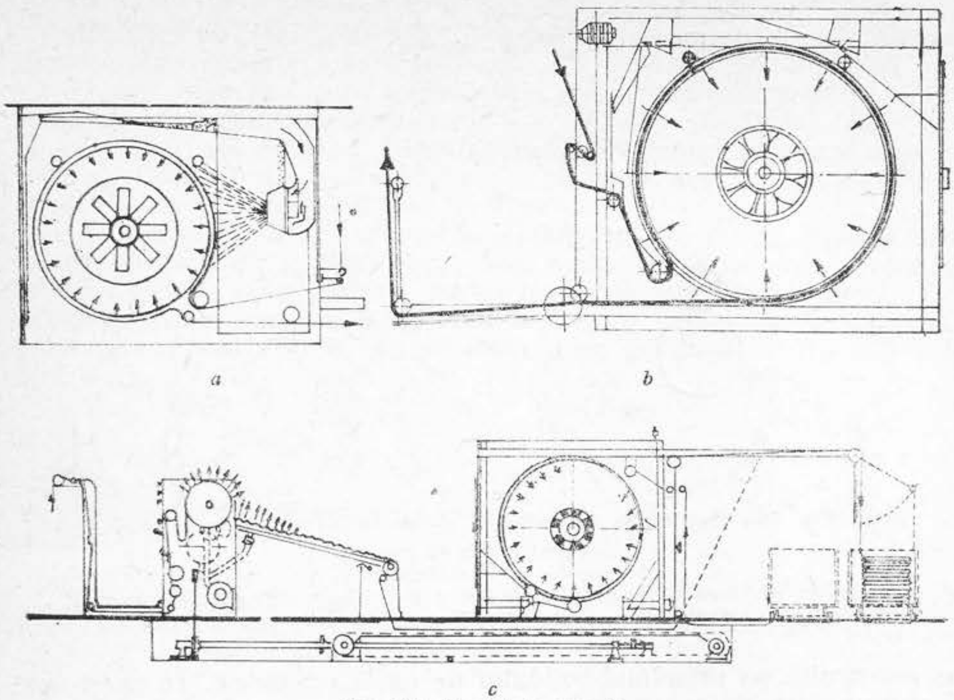


Fig. 544. Mașini de umezit:
a — mașina de umezit prin aburire;
b — mașina de umezit prin aspirare;
c — agregat pentru prevenirea contracției London-Shrunk și pentru umezire.

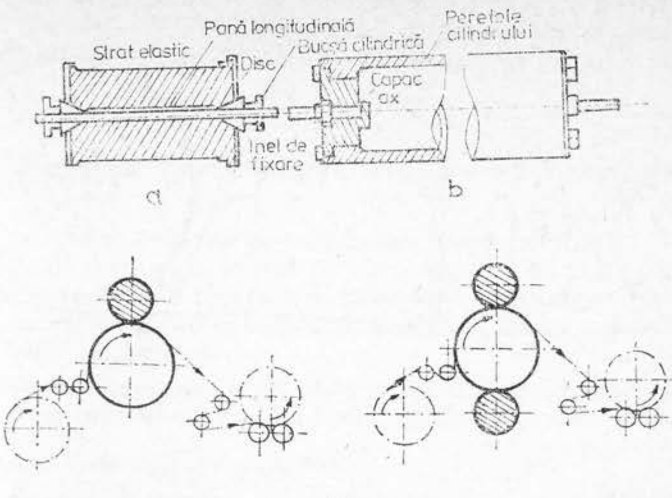
20.3. CALANDRE PENTRU CĂLCARE

Prin presarea țesăturii în condiții de umiditate și temperatură — între doi sau mai mulți cilindri ai calandrului, aceasta devine mai netedă — datorită turtirii firelor, mai lucioasă și mai compactă.

20.3.1. Construcția cilindrilor

Cilindrii netezi așezați unul deasupra altuia în plan vertical sînt presați unul spre altul prin dispozitive mecanice sau hidraulice. Ei sînt de două tipuri (fig. 545, *a*, *b* și *c*): tari (metalici) confecționați din oțel sau alamă, goi în interior și încălziți cu abur, cu gaze sau pe cale electrică; moi cu un strat (bombaj) format din hîrtie, bumbac sau iută, înfășurată pe un tub metalic.

Cilindrii metalici se folosesc atunci cînd se urmărește obținerea luciului de mătase. Ei pot fi netezi sau gravați. La calandrele cu mai mulți cilindri, ei alternează cu cilindrii moi. Cilindrii moi protejează țesătura de strivire. Bombajul trebuie să aibă o formă regulată, perfect cilindrică



c

Fig. 545. Construcţia cilindrilor şi modul de lucru al calandrelor:

a — pentru cilindri moi;

b — pentru cilindri metalici;

c — modul de lucru al calandrelor cu doi şi trei cilindri (cilindrii cu diametru mic sînt metalici, iar cei cu diametru mare din hîrtie sau bumbac).

sau construită pe principiul solidului de egală rezistenţă. În acest caz, diametrul lui creşte uşor de la capete spre centru.

Din punct de vedere constructiv, între efortul unitar real al materialului bombajului σ_b, efortul admisibil al materialului bombajului $\sigma_{a\ \text{bombaj}}$, şi efortul admisibil al axului de oţel σ_a, trebuie să existe următroarea condiţie:

$$\sigma_b < \sigma_{a\ \text{bombaj}} < \sigma_a.$$

Efortul unitar real din materialul bombajului σ_b, care apare pe suprafaţa bombajului, sub acţiunea forţei de contact q — ce acţionează pe direcţia radială — se calculează cu relaţia:

$$\sigma_b = 0{,}798 \sqrt{\frac{q \dfrac{d_1 + D_2}{d_1 D_2}}{\dfrac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \dfrac{1 - \mu_2^2}{E_2}}},$$

în care: q este sarcina radială de la suprafaţa cilindrilor;

d_1 şi D_2 — diametrele axului şi bombajului;

μ_1 şi μ_2 — coeficienţii lui Poisson;

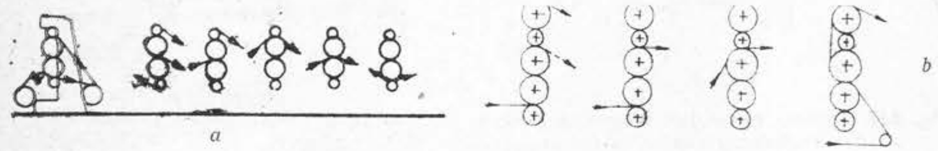
E_1 şi E_2 modulele de elasticitate ale materialului pentru ax şi pentru bombaj.

Duritatea bombajului are valori de 35—45° Shori şi ea depinde de modul de aşezare a fibrelor în materialul bombajului şi de gradul lor de comprimare.

20.3.2. Influența parametrilor procesului de călcare

Modificarea parametrilor — temperatură și presiune — influențează direct efectul călcării; creșterea presiunii și a numărului de treceri, mărește luciul; în același sens acționează și ridicarea temperaturii. La creșterea efectului de luciu contribuie și sistemul de acționare al cilindrilor; de exemplu, dacă amîndoi cilindri printre care trece țesătura sînt acționați cu viteze diferite (cilindrul metalic cu viteza mai mare cu 28—50%) țesătura este supusă și efectului de frecare.

La trecerea țesăturii printre doi cilindri moi se obține un efect mat, pe ambele părți ale țesăturii și un tușeu moale, iar la trecerea printre un cilindru metalic și unul elastic, partea în contact cu cilindrul metalic primește un aspect lucios și o rigiditate mai mare. În funcție de modul de conducere al țesăturii, același calandru poate da efecte diferite (fig. 546, *a*, *b* și *c*).



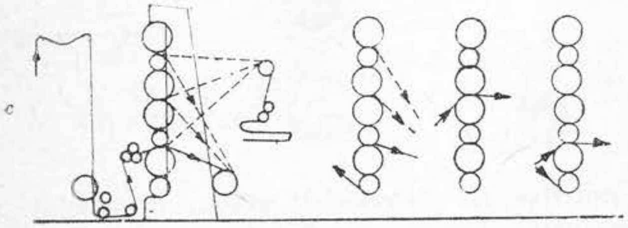
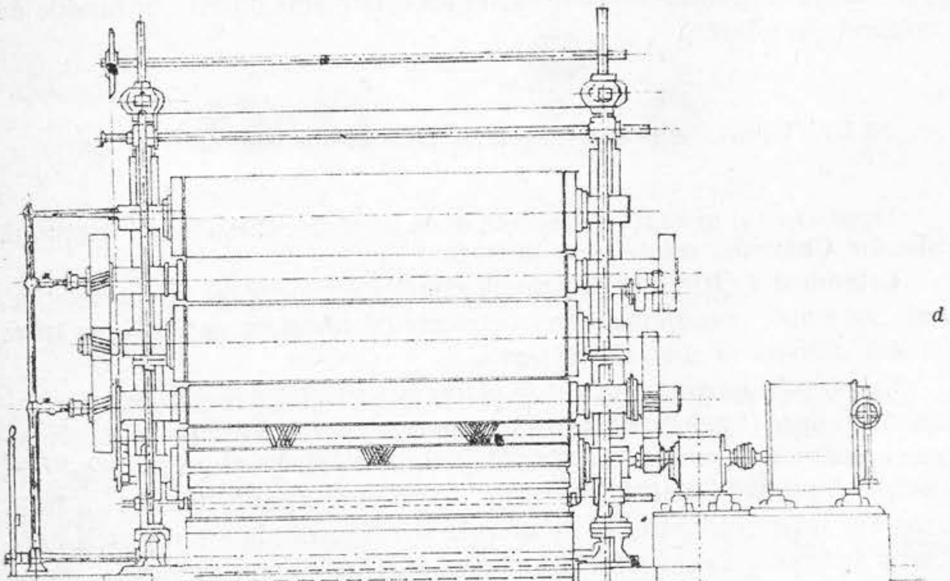


Fig. 546. Scheme de lucru pentru obținerea diferitelor efecte de calandrare cu acelaș număr de cilindri: *a* — patru cilindri; *b* — cinci cilindri; *c* — șapte cilindri; *d* — schema de ansamblu a unui calandru universal cu cinci cilindri.



Numărul cilindrilor, așezarea lor, și numărul de treceri, influențează diferit efectul călcării. La calandrele universale (fig. 546, *d*) se pot obține și suprafețe lucioase și suprafețe mate.

20.3.3. Acționarea calandrelor și reglarea gradului de presare

Orice calandru în afară de scheletul de rezistență și numărul de cilindri, **este** prevăzut în sistemul de acționare cu variatoare de viteză și cu instalații hidraulice pentru reglarea gradului de presare (fig. 547). Lagă-

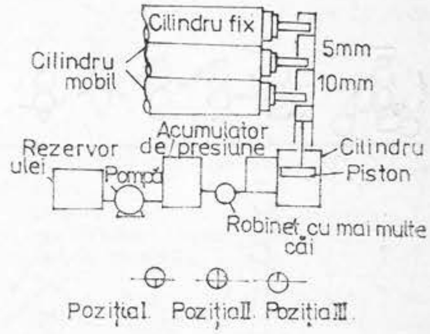


Fig. 547. Schema instalației hidraulice pentru reglarea gradului de presare.

rele cilindrului superior sînt fixe, iar ale celorlalți cilindri sînt mobile ș pe verticală. Schemele cinematice de acționare sînt diferite în funcție de numărul de cilindri.

20.3.4. Tipuri de calandre pentru țesături de bumbac

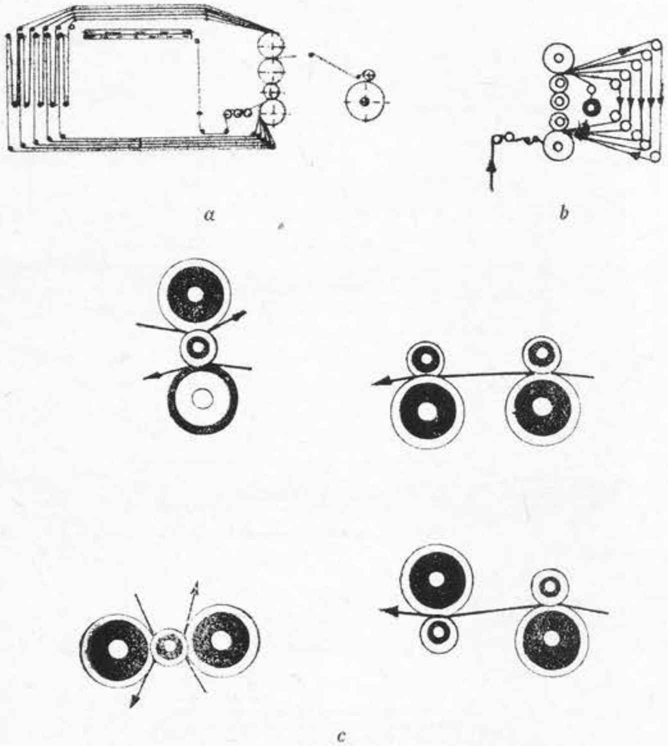
După efectul urmărit calandrele se clasifică în : calandre cu fricțiune, calandre Chassing, calandre de gofrare.

Calandrul de fricțiune are ambii cilindri acționați cu viteze diferite, prin transmisii corespunzătoare, determinînd un efect de fricțiune între cei doi cilindri și materialul textil.

Calandrul Chassing efectuează călcarea țesăturilor în mai multe straturi suprapuse (fig. 548, *a*) care sînt separate cu ajutorul unor role la ieșirea dintre linia de contact a cilindrilor (fig. 548, *b*). Țesătura trece de mai multe ori printre cilindri, în straturi suprapuse așezate față către față. Deoarece intersecțiile firelor de urzeală și bătătură ale diferitelor foi din straturile suprapuse nu coincid, firele pe unele porțiuni sînt turtite, iar pe altele rămîn cu forma lor rotundă, deci țesătura pierde aspectul ei uniform.

Noul aspect difuz este determinat de reflectarea diferită a luminii de către porţiunile turtite în comparaţie cu cele neturtite.

Calandrul de gofrare este construit şi funcţionează pe acelaşi principiu ca şi o maşină de imprimat. Cilindrul metalic are gravura în relief, diametrul lui fiind jumătate din diametrul cilindrului moale, pentru ca desenul să se poată repeta corect. Antrenarea cilindrilor se realizează prin sistemul cu roţi de raportare.



a *b*

c

Fig. 548. Calandru Chassing:

a — schema de ghidare a ţesăturii pentru procese continue; *b* — schema de principiu pentru călcare: *c* — amplasarea cilindrilor.

Amplasarea cilindrilor poate fi clasică — pe verticală — cu cilindru gravat încadrat între doi cilindri mari sau pe orizontală; în ambele variante cu dublă funcţionalitate pentru construcţia cu trei cilindri sau în tandem cu aşezare simetrică sau asimetrică a perechilor de cilindri (fig. 548, *c*).

Calandrele universale se pot agrega cu maşini de imprimat, maşini de umezit, maşini de întins — egalizat cu lanţ, maşini de rolat şi compensatori cu role.

Pe acelaşi principiu — al calandrului de gofrare — este construit şi calandrul pentru obţinerea luciului de mătase. Cilindrul metalic este prevăzut pe suprafaţa laterală cu haşururi (linii **înclinate**), adică cilindrul gravat şi aşezat între doi cilindri moi. Prin imprimarea acestor linii paralele pe ţesătură, firele nu sînt aplatizate, deci se obţine un luciu pronunţat.

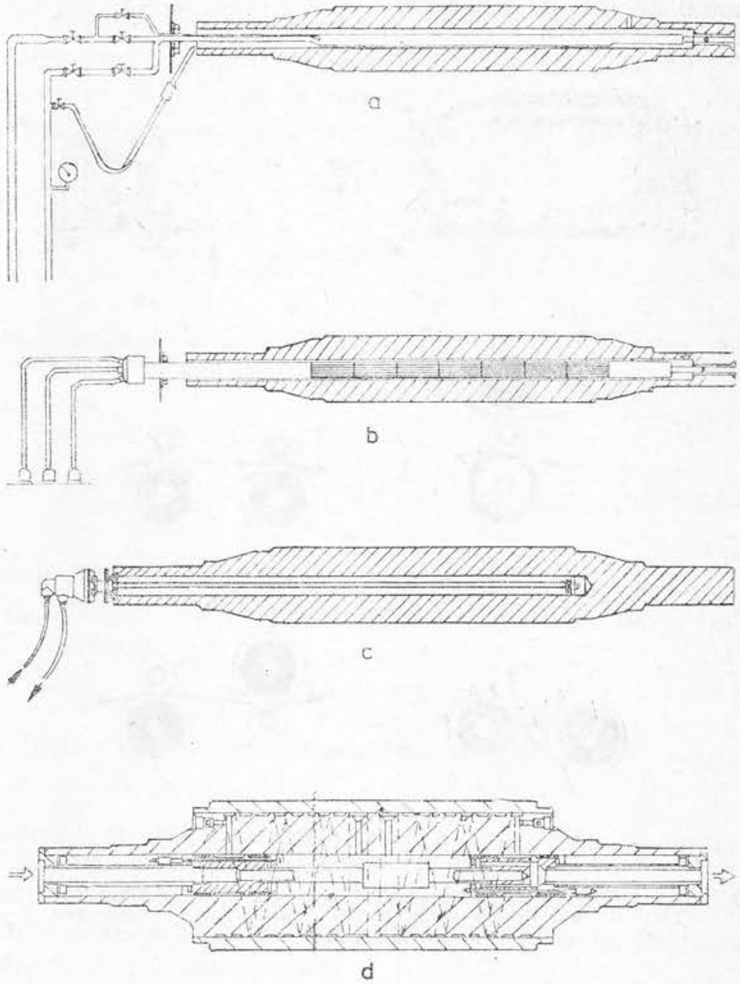
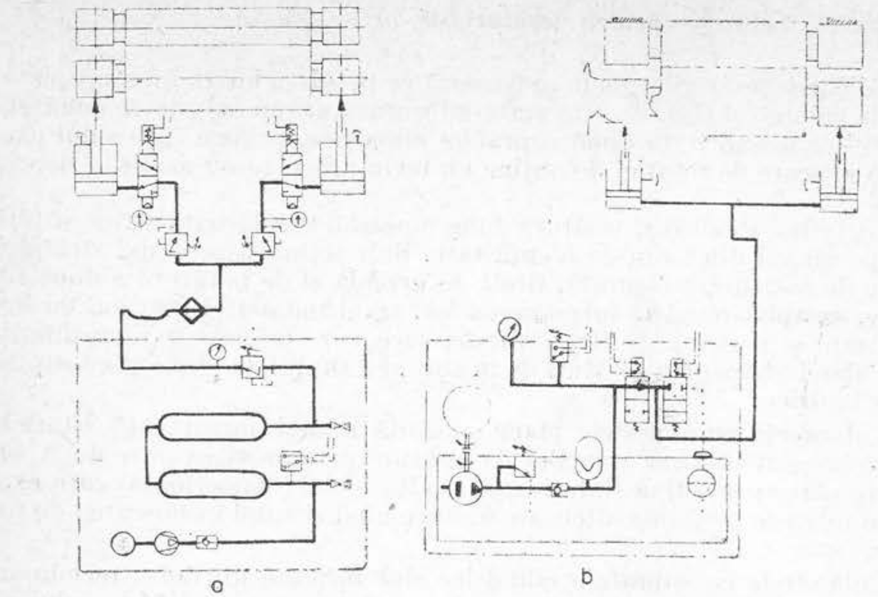
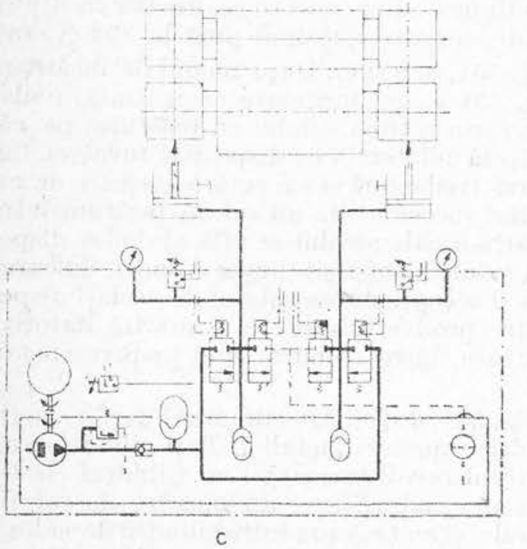


Fig. 549. Scheme de încălzire ale cilindrilor de la calandru Ramisch:
a — cu gaz; *b* — electrică; *c* — cu abur; *d* — cu ulei.

Pentru ţesăturile din fibre sintetice se foloseşte **calandrul de sirare** încălzit cu rezistenţe electrice în interior, de exemplu calandrul **Ramisch** (fig. 549) cu reglare pneumatică a gradului de presare (fig. 550, *a*, *b* **şi** *c*). În fig. 550, *d*, este prezentată schema de lucru cu funcţiune **dublă pentru** ţesături de mătase.





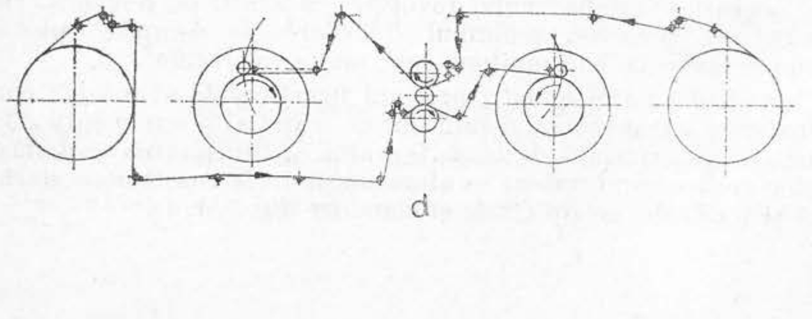


Fig. 550. Sisteme de presare: *a* — sisteme de presare la calandru Ramisch; *b* — sistem normal de presare pneumatică; *c* — sistem dublu de presare; *d* — varianta cu funcționare dublă.

20.3.5. Calandre pentru țesături de in

Călcarea țesăturilor de in se bazează pe presarea lor în foi multiple — ca și la calandrul Chassing (în stare înfășurată pe un sul), între două suprafețe plane sau între două suprafețe cilindrice, printre care sulul execută o mișcare de rotație. Se obține un luciu difuz, tușeu moale și aspect plin.

În vederea călcării, țesătura bine umezită se înfășoară strîns și fără cute pe un sul din lemn de esență tare. Sub acțiunea presiunii stratului elastic de țesătură înfășurată, firele de urzeală și de bătătură a două foi vecine, se aplatizează la întretăierea lor, rezultînd astfel porțiuni de fire aplatizate și porțiuni de fire rotunde, care vor reflecta lumina diferit.

Calandrele pentru țesături de in sînt : cu suprafețe plane și cu suprafețe cilindrice.

Calandrele cu suprafețe plane prezintă numai importanță istorică. Ele efectuează călcarea sulurilor de țesătură prin presarea între două suprafețe plane : una fixă (inferioară) și alta mobilă (superioară) care execută o mișcare rectilinie alternativă, antrenînd și sulul în mișcarea de rotație.

Calandrele cu suprafețe cilindrice sînt formate din doi—trei cilindri metalici — încălziți, cu suprafețe polizate, între care se rotește sulul pe care este înfășurată țesătura. Acțiunea de presare se realizează cu ajutorul unei instalații hidraulice, care dezvoltă presiuni pînă la 393 N/cm^2.

Calandrele cu doi cilindri (fig. 551, *a*, *b* și *c*). După modul de încărcare sînt : cu încărcare manuală (fig. 551 *a* ; cu încărcare mecanizată unilaterală fig. 551 b prin deplasarea (prin rotirea sulului cu țesătura) pe căi de rulare ; cu încărcarea mecanizată bilaterală cu dispozitiv revolver fig. 551 *c*. Dispozitivul revolver poartă trei suluri și execută o mișcare de rotație pe căi de rulare, transportînd succesiv cîte un sul de țesătură între cilindrii de călcat. În cealaltă parte a calandrului se află al doilea dispozitiv revolver care recepționează sulul călcat ieșit dintre cilindri. Călcarea se poate realiza prin alimentarea și recepționarea sulului de același dispozitiv revolver. La aceste calandre productivitatea este mărită datorită sistemului de încărcare și descărcare, între cilindrii fiind în permanență un sul de țesătură.

Calandrul cu trei cilindri (fig. 551, *d* și *e*). Are cilindrul inferior elastic cu diametru mai mare, iar cilindrii superiori metalici. Toți cilindrii execută mișcări de rotație. Dispozitivul revolver coaxial cu cilindrul elastic și prevăzut cu patru locașuri pentru suluri, execută mișcări de rotație discontinui în vederea depunerii sulului cu țesătura între cilindrii de călcat. În părțile laterale ale mașinii sînt prevăzute căi de rulare pentru alimentarea locașurilor dispozitivului revolver, cu suluri de țesătură. Datorită dispozitivului revolver, schimbul sulurilor este complet automatizat, putîndu-se executa concomitent mai multe operațiuni.

Calandrul cu trei cilindri prezintă următoarele avantaje : completa automatizare a transportului sulurilor cu material și a înlocuirii sulurilor ; productivitatea ridicată datorită faptului că înfășurarea și desfășurarea sulurilor are loc concomitent în afara mașinii. Se construiesc și calandre cu 4,5 și 7 cilindri de tip clasic și chassing (fig. 551, *f*).

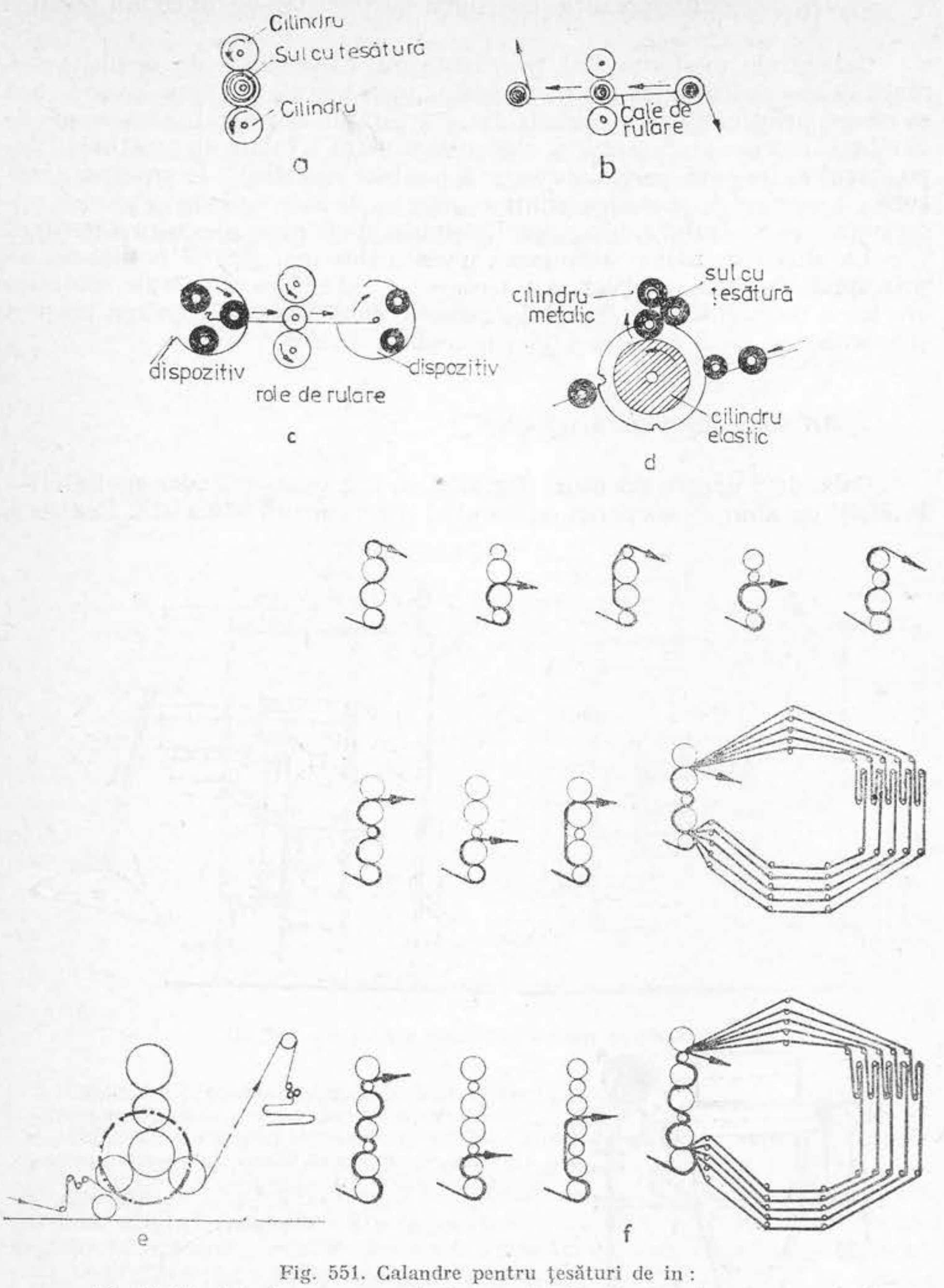


Fig. 551. Calandre pentru țesături de in:
a — cu doi cilindri și încărcare manuală; *b* — cu doi cilindri și încărcare mecanizată unilaterală; *c* — cu doi cilindri și încărcare mecanizată bilaterală cu dispozitiv revolver; *d* — cu trei cilindri și operațiuni mecanizate și automatizate; *e* — cu trei cilindri, schemă de lucru; *f* — variante constructive și de lucru ale calandrelor cu 4,5 și șapte cilindri.

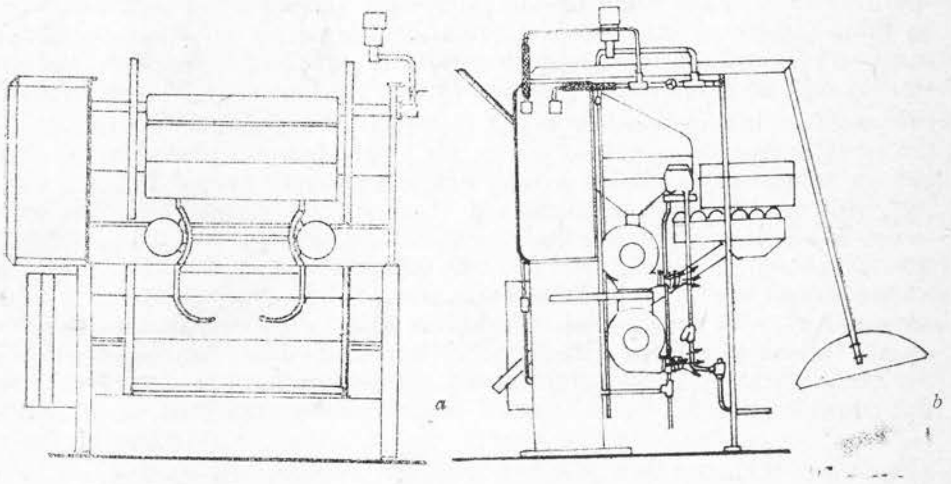
20.3.6. Dispozitive pentru detectarea particulelor metalice din țesături

Calandrele moderne sînt prevăzute cu dispozitive de oprire automată în momentul apariției particulelor metalice în țesătura ce urmează să treacă printre cilindrii calandrului. Particulele se înfig în stratul moale al cilindrului și pot determina, sfîșierea în masă a foilor de țesătură. Dispozitivul se bazează pe stabilirea unui contact electric — la trecerea țesăturii cu particulele metalice printr-o pereche de role situate în partea anterioară a calandrului și comanda sistemului de frînare și oprire a mașinii.

La alte dispozitive, detectarea particulelor metalice se realizează pe principiul electromagneților. La trecerea țesăturii cu particule metalice are loc o redistribuire a fluxului magnetic care comandă oprirea mașinii și marchează locul unde se află particula metalică.

20.3.7 Calandre pentru tricoturi

Calandrul pentru tricoturi (fig. 552, *a*, *b* și *c*) are cilindrii metalici — încălziți cu abur — acoperiți cu bombaj din țesătură sau pîslă. Pentru a



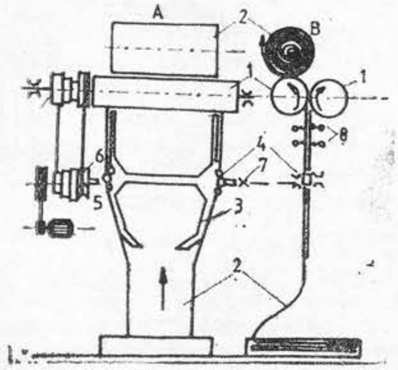


Fig. 552. Calandre pentru tricoturi: *a* — ansamblu constructiv; *b* — ansamblu funcțional; *c* — variante de lucru ale calandrului de gofrare cu cilindru de imprimat, schema generală, constructivă și funcțională: *1* — cilindri; *2* — tricot tubular; *3* — dispozitiv de întindere a tricotului; *4*, *5* — dispozitiv de reglare a întinderii tricotului în lățime; *6* — sistem de antrenare cu conuri etajate; *7* — sistem de antrenare al dispozitivului de reglare; *8* — sistem de aburire cu conducte perforate.

permite contracţia în lungime, alimentarea tricotului se realizează cu avans, uşoare cutări transversale la ieşirea din dispozitivul cu ramă de întindere în lăţime.

Unele calandre pentru tricoturi din fibre sintetice, sînt prevăzute cu dispozitive de relaxare — peste care este condus tricotul la ieşirea dintre cilindrii calandrului. În dispozitiv, tricotul este supus acţiunii aburului şi apoi depus în pliuri pe o masă mobilă — formată din role acţionate — pe care se încălzeşte cu radiaţii infraroşii în vederea relaxării şi fixării formei. Cu calandru poate fi agregată şi instalaţia de decatisare (fig. 553).

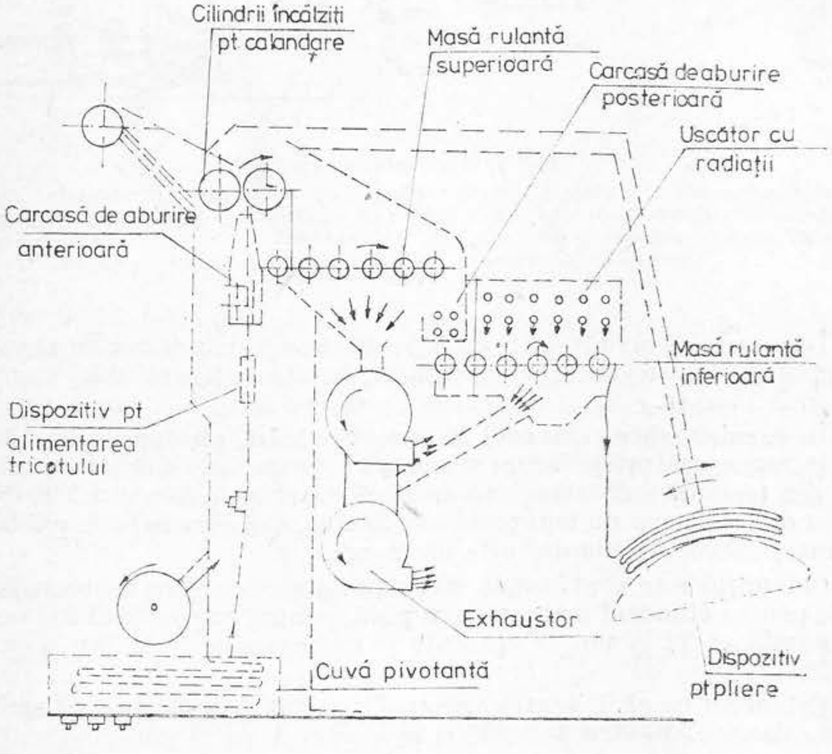
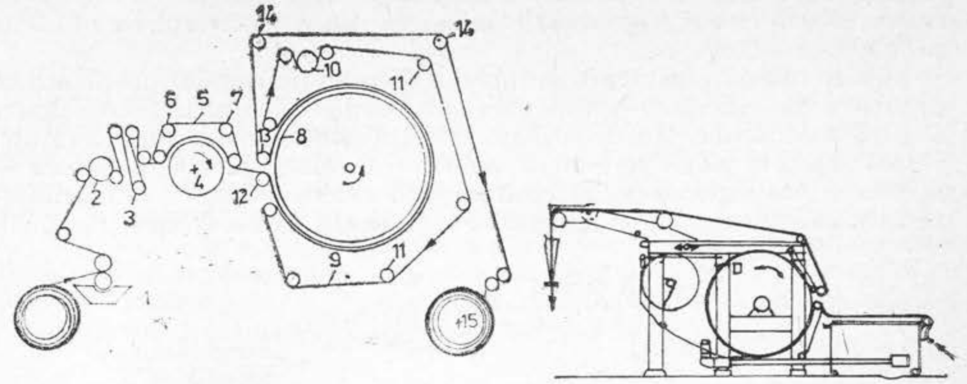


Fig. 553. Dispozitiv pentru calandrare şi decatisare.

20.3.8. Calandre cu pîslă pentru ţesături

Calandrul cu pîslă este construit şi funcţionează pe acelaşi principiu ca şi reactorul Monforts (fig. 554, *a*). Călcarea se realizează între un cilindru metalic de diametru 1,5—2 m, încălzit cu abur şi o pîslă tensionată, care circulă în bandă fără fine şi înfăşoară cilindrul metalic sub un unghi de 220—320°, adică sub acţiunea unei presări elastice repartizată uniform pe o suprafaţă mare datorită cărui fapt firele nu sînt turtite. Umiditatea sub care se desfăşoară călcarea — datorită pîslei — dă un tuşeu plăcut ţesăturilor, moale, şi un luciu difuz. Pentru evitarea creşterii umidităţii în pîslă, aceasta în circuitul ei continuu este trecută peste un cilindru de uscare, aşezat după ieşirea ţesăturii călcate dintre cilindru şi pîslă.



a *b*

Fig. 554. Calandru cu pîslă:

a — schema generală: *1* — cadă fulard; *2* — cilindru de uscare; *3* — compensator cu role; *4* — dispozitiv palmer; *5* — curea; *6, 7* — role; *8* — cilindrul calandrului; *9* — pîslă; *10* — cilindru pentru uscarea pislei; *11, 12, 13, 14* — role; *15* — sul pentru înfășurare; *b* — agregarea calandrului cu pîslă cu o mașină de intins — egalizat.

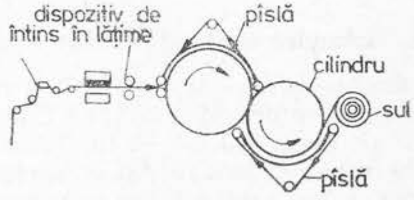
În general, calandrul cu pîslă se poate agrega cu multe mașini de exemplu cu fulard, uscător cu cilindri, compensator cu role, dispozitiv de întins Palmer.

În cazul în care calandrul efectuează uscări, presiunea pîslei împiedică intrarea țesăturii în lățime și asigură netezirea ei. Umiditatea îndepărtată din țesătură este absorbită de pîslă, țesătura este aburită și deci la ieșirea din calandru nu mai preia umiditatea, așa cum se întîmplă la ieșirea materialelor textile din alte uscătoare.

Calandrul este prevăzut în sistemul de acționare cu motoare individuale pentru cilindrul mare, pentru pîslă, pentru dispozitivul Palmer etc. Calandrele cu pîslă pot fi agregate și cu mașinile de întins — egalizat (fig. 554, *b*).

Calandrul cu pîslă pentru tricoturi (fig. 555) are dimensiuni mai mici decît calandrul pentru țesături și se cuplează cu al doilea calandru de

Fig. 555. Calandru cu pîslă pentru tricoturi.



construcție identică, cu amplasarea diferită a pîslelor. Călcarea se efectuează în două etape, la o viteză de 8,26 m/min.

Dispozitive de sanforizare pentru prevenirea scurtării țesăturilor. Aceste dispozitive (fig. 556) se amplasează în partea anterioară a calan-

drelor cu pîslă, şi se bazează pe acţiunea de comprimare a materialului în lungime cu ajutorul unei pîsle sau a unei benzi de cauciuc.

Dispozitivul de sanforizare este format dintr-un sabot metalic, încălzit electric, care presează ţesătura pe pîslă, la locul de introducere în

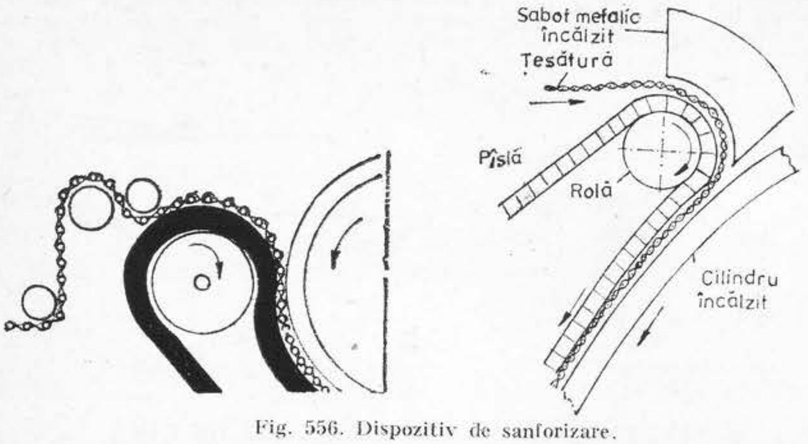


Fig. 556. Dispozitiv de sanforizare.

calandru, în partea superioară a unei role. Partea exterioară a pîslei la intrarea pe rolă este întinsă şi se scurtează treptat în cursul înfăşurării pe cilindru de diametru mai mare al calandrului, datorită modificării curburii în sens invers. Aceluiaşi fenomen de contracţie este supusă şi ţesătura antrenată pe pîslă. Gradul de prevenire al scurtării se reglează prin : tensionarea suplimentară a ţesăturii la intrarea în maşină, prin micşorarea diametrului rolei amplasată lîngă sabot, sau prin folosirea unei pîsle cu o grosime mai mare de 6...8 mm.

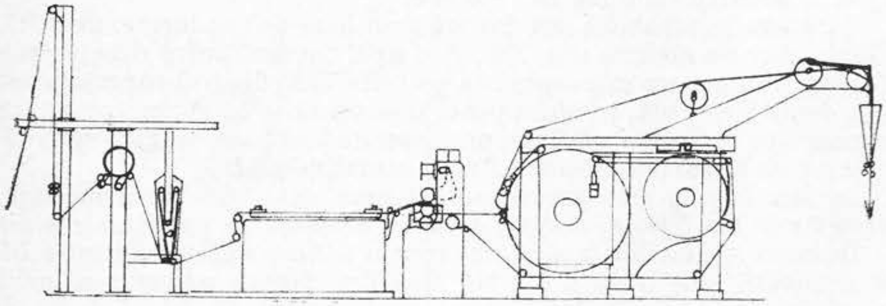


Fig. 557. Maşina de sanforizat cu bandă de cauciuc, agregată cu ramă de întins în lăţime.

Maşina cu bandă de cauciuc (fig. 557) se bazează pe acelaşi principiu şi este agregată cu ramă scurtă de întins egalizat.

Dispozitivul de sanforizare face parte din agregatele finale care cuprind maşini de umezit, maşini de întins în lăţime şi calandru cu pîslă (fig. 558, *a* şi *b*).

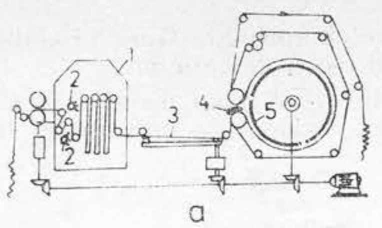
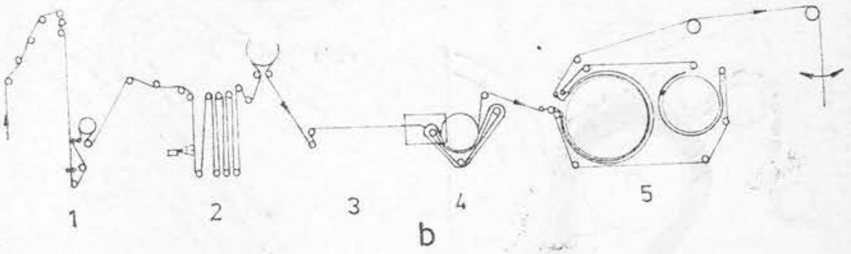


Fig. 558. Agregarea calandrului cu pîslă la alte mașini: *a* — varianta clasică cu sabot: *1* — cameră de umezire cu abur; *2* — conductă perforată; *3* — ramă de întins egalizat cu lanțuri; *4* — dispozitiv de sanforizare; *5* — cilindrul calandrului; *b* — varianta de sanforizare Monforts, cu bandă de cauciuc: *1* — partea de alimentare a agregatului; *2* — sistemul de umezire; *3* — cîmp de întindere; *4* — dispozitivul de contracție cu bandă de cauciuc pe tambur; *5* — calandru cu pîslă.



20.4. MAȘINI PENTRU CĂLCAT ȚESĂTURI DE LÎNĂ

Țesăturile de lînă neputînd suporta presiuni liniare mari se calcă în mașini cu suprafețe de presare — presa cu covată, presa cu cartoane — la presiuni mici de 0,981—39,4 N/cm², în funcție de tipul țesăturii.

Mașina cu covată (fig. 559, *a*, *b*, *c* și *d*) este formată dintr-un cilindru mat din fontă, gol în interior și încălzit la 100...130°C, care se rotește, și o covată fixă cu camașă din cupru sau alpaca, bine lustruită, de asemenea încălzită în spațiul gol din interior (fig. 559, *e*). Covata poate fi ridicată și coborîtă spre cilindru cu ajutorul unui sistem mecanic (cu pîrghii și arcuri) hidraulic sau electric.

Țesătura în prealabil este întinsă prin bare de conducere, umezită la un dispozitiv de aburire (fig. 559, *f*) și apoi condusă între cilindru și covată. Întrucît covata are suprafața polizată, iar cilindrul suprafața mată sau acoperită cu pîslă, țesătura poate fi condusă cu fața spre covată, cînd se urmărește obținerea unui anumit grad de luciu sau cu fața spre cilindru, cînd se urmărește obținerea unei suprafețe mate.

În fig. 559, *g* este prezentată schema de ansamblu a mașinii cu covată iar în fig. 599, *h*, mașina Atlas cu detector de particule metalice.

În cazul țesăturilor ușoare care conțin și fibre sintetice, printre cilindru și covată este trecută o pîslă fără fine pentru micșorarea luciului (fig. 559, *i* și *j*).

Mașinile cu un cilindru și două coveți au o productivitate mai mare datorită acțiunei dublei călcări.

Se construiesc și mașini cu doi cilindrii și două coveți pentru tricoturi în bucată. În acest caz, materialul este condus printre două pîsle între cilindrul și covata fiecărui sistem de călcare.

Presele cu cartoane efectuează călcarea asupra straturilor de țesătură așezate în pliuri pe un cărucior, introdus între placa fixă și placa mobilă

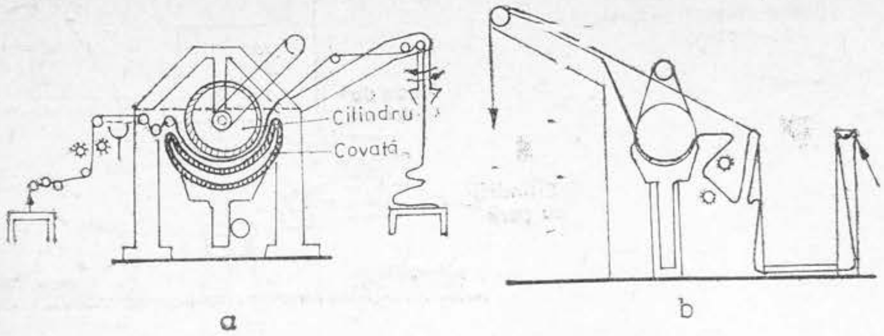
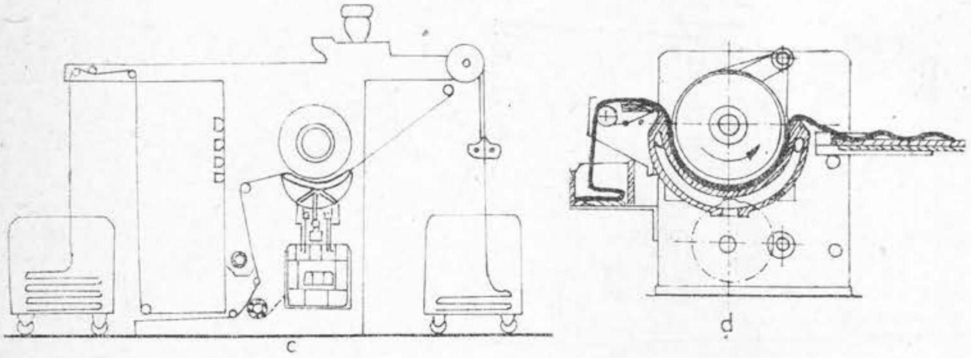
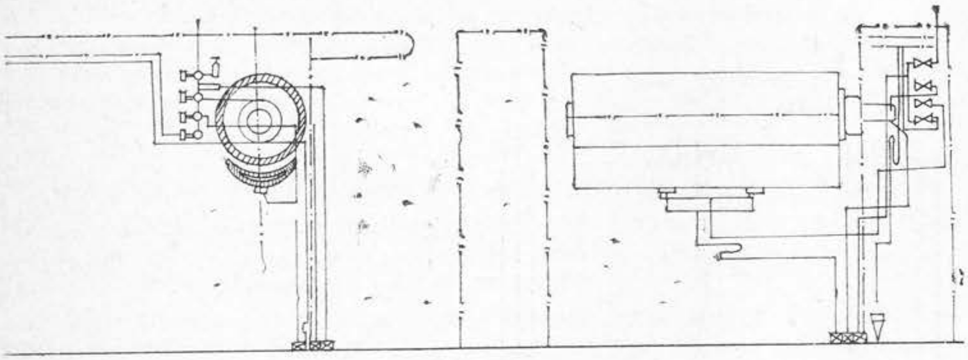


Fig. 559. Presa cu covată :
a — construcţia cilindrului şi a coveţii ; *b* — schema de principiu ;



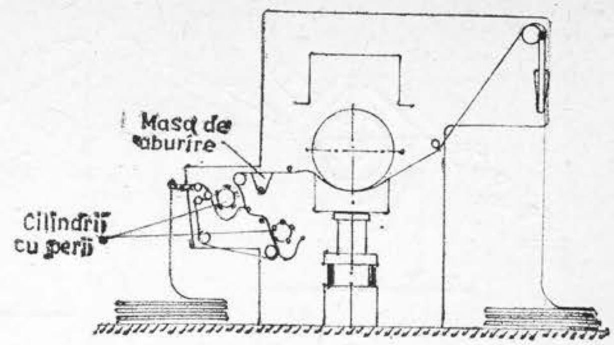
c — sistem de alimentare — recepţionare ; *d* — ansamblu cilindru-covată ;



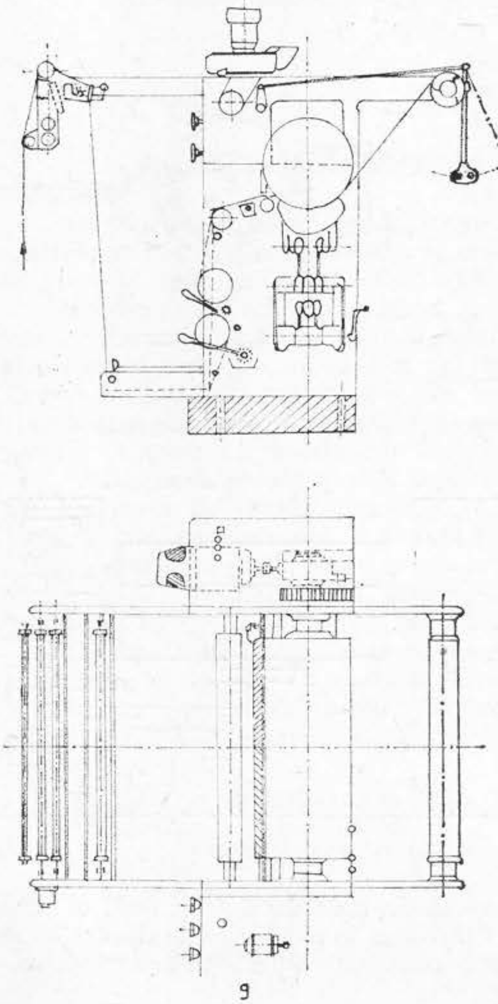
e — schema de alimentare cu utilităţi a maşinii cu covată ;

a unei prese — acţionate de la o instalaţie hidraulică (fig. 560, *a*, *b*, *c*). Încălzirea se poate realiza fie cu abur introdus în plăcile goale situate între straturile de ţesătură sau electric prin rezistenţe izolate în asbest (introduse după 20—30 cartoane simple).

f — mașina cu covată Sellers cu ansamblu bilateral de cilindrii cu perii și masă de aburire;



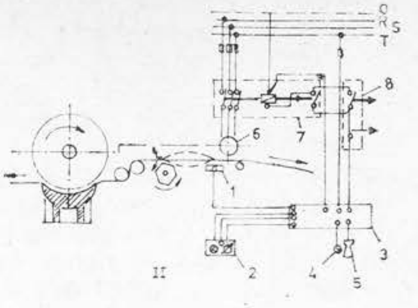
f



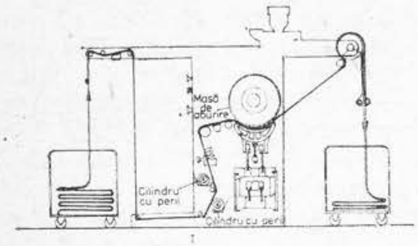
g

g — schema de ansamblu a mașinii cu cilindru și covată;

h — mașina cu covată Atlas (*I*), echipată cu dispozitiv (*II*) pentru detectarea particulelor feromagnetice din țesătură : *1* — detector de avertizare ; *2* — detector de căutare (mobil) ; *3* — amplificator ; *4* — lampă avertizare ; *5* — avertizor sonor ; *6* — motor de acționare ; *7* — motor protecție ; *8* — releu.

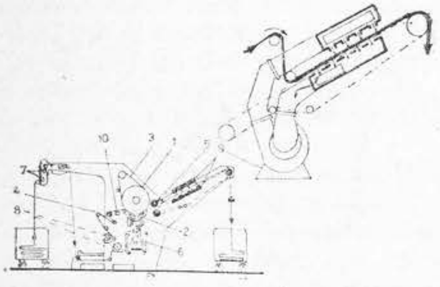


II

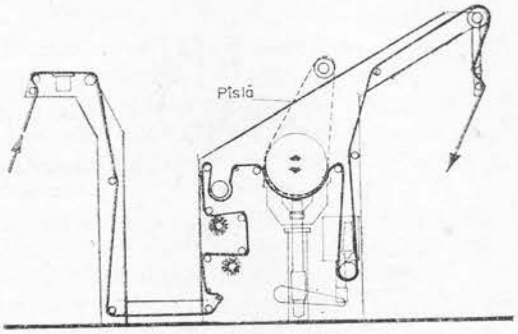


I

h



i



j

i — cu sistem hidraulic de ridicare și coborirea coveții : *1* — cilindru de presare ; *2* — covată ; *3* — pîslă ; *4* — rolă de conducere a țesăturii ; *5* — rolă de conducere la ieșire din mașină ; *6* — sistem hidraulic pentru ridicarea și coborirea coveții ; *7* — dispozitiv de aburire ; *8* — cilindru cu perii ; *9* — sistem de răcire ; *10* — dispozitiv pentru detectarea corpurilor metalice ; *j* — cu pîslă.

Presarea se poate executa în două etape, progresiv pînă la o presiune de 400 at. Țesătura rămîne în presă 12—20 ore pînă la răcirea completă, apoi operațiunea se repetă cu așezarea pliurilor marginale ale țesăturii din prima presare, în partea centrală.

Dispozitivele pentru scoaterea și așezarea cartoanelor (fig. 560, *d*, *e*) prezintă avantajul reducerii duratei acestor operațiuni, mărind randamentul mașinilor.

Presele cu cartoane în comparație cu presele cu covată deși au un randament mai mic, efectul obținut este mai durabil.

Mașinile moderne pentru călcare prin presare sînt construite pe principiul mașinilor de imprimat cu șabloane plane, procesul realizîndu-se în flux semicontinuu.

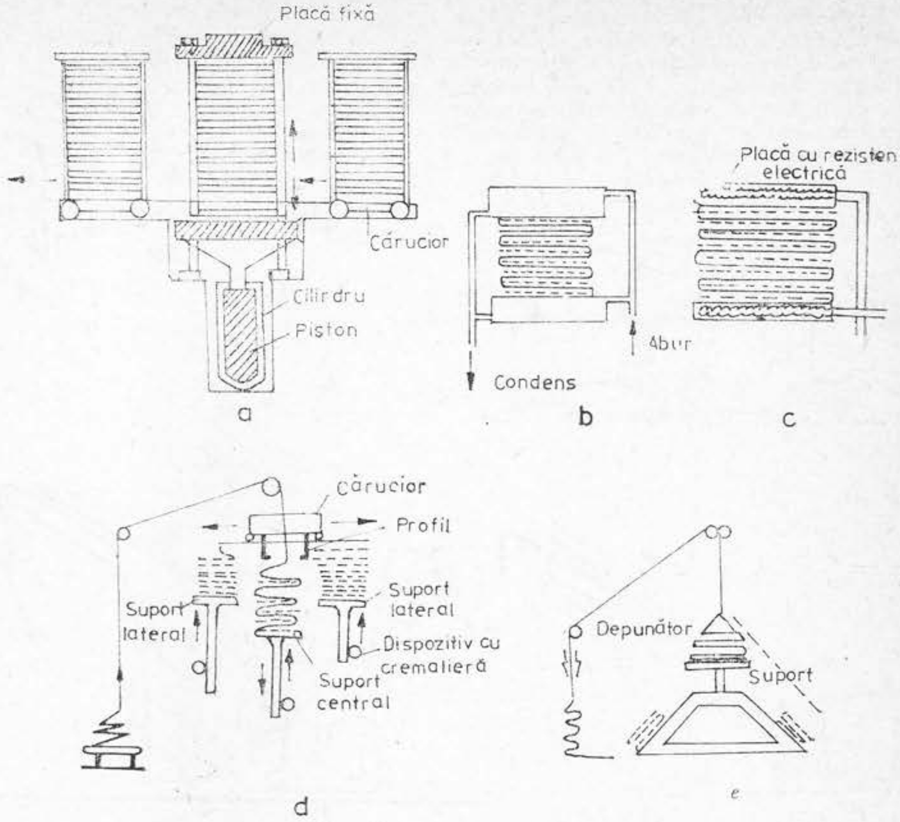


Fig. 560. Presa cu cartoane :

a — construcție ; *b* — sistem de încălzire cu abur ; — sistem de încălzire electrică, cu rezistențe ; *d*, *e* — dispozitive de așezare și scoaterea cartoanelor.

20.5. UTILAJE PENTRU PLISARE

Utilajul pentru plisare se bazează pe același principiu ca și utilajul pentru presare, cu deosebirea că materialul textil inițial se așează în cute de diferite forme și apoi este supus presării și călcării. Formarea simetrică și uniformă a pliurilor se realizează pe mașini prin acționarea în mișcarea rectilinie alternativă a unei lame, într-o cursă corespunzătoare formării cutei — de către un mecanism cu came sau cu excentrici.

În cazul țesăturilor din fibre celulozice, călcarea cu ajutorul cilindrilor încălziți se aplică după tratarea prealabilă a țesăturii cu precondensate de rășini, urmată de o încălzire și depozitare.

În cazul materialelor din fibre sintetice, plisarea se bazează pe capacitatea acestora de a se fixa la cald. De aceea, materialele care urmează să fie plisate nu trebuiesc fixate înaintea acestei operațiuni.

Se poate aplica o prefixare la o temperatură mai mică decît temperatura de fixare.

20.6. MAȘINI PENTRU AFÎNAT, UNIFORMIZAT ȘI CURĂȚAT SUPRAFAȚA MATERIALELOR TEXTILE

20.6.1. Bazele procesului de scămoșare

Scămoșarea este un proces fizico-mecanic prin care se realizează pe suprafața țesăturii (pe una sau pe ambele părți) un strat de capete de fibre scoase din firele țesăturii cu ajutorul unor organe de scămoșare cu ace formate din garnituri metalice de cardă sau garnituri vegetale cu scaieți. În acest proces, acele organelor de scămoșare trebuie să învingă forțele de frecare dintre fibre, care depind de torsiunea T a firelor, de suprafața de frecare A și de coeficientul de frecare μ. Deci forța necesară în procesul de scămoșare : $F = f(T\ A\ \mu)$. Cu cît sînt mai mici torsiunea, suprafața corpurilor în frecare și coeficientul de frecare, cu atît mai ușor se execută scămoșarea țesăturilor. Acești factori influențează procesul de scămoșare după cum urmează :

O torsiune regulată asigură o scămoșare uniformă pe cînd torsiunea neregulată conduce la o scămoșare neuniformă, deoarece la locurile cu torsiune mare se formează o pătură redusă de fibre și invers, rezultînd astfel dungi alternative de locuri bine scămoșate și slab scămoșate.

Gradul de torsiune (numărul de torsiune al firului pe unitatea de lungime) depinde de finețea firului, *Tex*, de lungimea l a fibrei și de poziția firelor în țesătură (fire de urzeală U sau bătătură B), adică : $T = f(Tex,\ l,\ U,\ B)$.

La numere mari torsiunea firului crește ; pentru fibre lungi torsiunea scade. Firele de urzeală au torsiunea mai mare decît firele pentru bătătură.

Firele lungi, cu diametrul mic au o suprafață de frecare mare.

Coeficientul de frecare se micșorează o dată cu creșterea alunecării fibrelor și cu creșterea temperaturii ; de aceea, țesăturile crude de bumbac se scămoșează mai ușor decît cele trecute prin procesul de fierbere și albire, deoarece acestea au pierdut cerurile care micșorează coeficientul de frecare. În stare uscată, după încălzirea țesăturii, scămoșarea se realizează mai ușor pentru țesăturile de bumbac, deoarece coeficientul de frecare fiind mic, acele pătrund mai adînc și scot capetele de fibre izolate din fir, motiv pentru care înainte de scămoșare, țesătura este încălzită prin trecerea ei peste un cilindru încălzit cu abur.

Forțele de frecare ale firelor se micșorează sub acțiunea umidității pe care o conțin. Țesăturile prea uscate se scămoșează greu pentru că la frecarea lor pe acele organelor de scămoșare, se încarcă cu electricitate statică și fibrele se încurcă.

Parametrii procesului de scămoșare. Scămoșarea se aplică țesăturilor sau tricoturilor cu fire filate din fire de lînă, bumbac, celofibră, sintetice. Țesăturile formate din fire cu filamente lungi, în general nu se scămoșează, deoarece nu este posibilă obținerea unui strat de fibre la suprafața lor fără ruperea filamentelor.

Capacitatea de scămoșare depinde în primul rînd de natura fibrei. Fibrele de bumbac au în mod natural o rigiditate mai mică, astfel incît scămoșarea țesăturilor de bumbac se execută relativ ușor.

Lîna în stare uscată este mai aspră, de aceea scămoșarea ei se preferă în stare udă ; procesul de scămășare este mai ușor și deci deșeurile de scă-

moşare (cantitatea de fibre rupte) mai reduse. Ţesăturile de bumbac se scămoşează numai în stare uscată, întrucît în stare udă procesul se desfăşoară foarte greu. Firele cardate oferă condiţii optime de scămoşare, iar cele pieptănate condiţii minime din cauza fibrelor paralelizate.

Ţesăturile cu legătură tip pînză, se scămoşează greu, pe cînd cele cu legături diagonal şi atlas, se scămoşează mai uşor.

Deci, pe lîngă torsiunea redusă şi efectul firelor de bătătură şi acţiunea acelor perpendiculare pe fir, favorizează procesul de scămoşare.

De asemenea, intensitatea progresivă dă efecte mult mai bune de scămoşare decît scămoşarea intensă de la început.

Fibrele care formează stratul superficial pot ocupa trei poziţii: ridicate — perpendicular pe suprafaţa ţesăturii; culcate şi paralelizate într-un singur sens; şi cu vîrfurile fibrelor introduse în suprafaţa materialului care devine astfel împîslit.

Prin scămoşare, ţesătura primind un aspect nou şi plăcut, care acoperă desenul legăturii, îşi măreşte proprietăţile termoizolante, datorită închiderii aerului între fibre. Astfel, la ţesăturile scămoşate din lînă, 4/5 din volumul lor reprezintă aer şi numai 1/5 material fibros. De asemenea, prin scămoşare tuşeul devine mai moale şi mai lucios şi se îmbunătăţeşte procesul de piuare, dacă scămoşarea ţesăturilor de lînă se execută înainte de piuare.

Formarea stratului de fibre şi orientarea lui pe suprafaţa ţesăturii, pentru obţinerea unui anumit efect de scămoşare, depinde de modul de acţiune al garniturilor cu ace asupra ţesăturii. Astfel, la o acţiune permanentă a acelor într-un singur sens asupra ţesăturii, creşte considerabil cantitatea de deşeuri de scămoşare şi scade rezistenţa ţesăturii, pe cînd la o acţiune alternativă a acelor de scurtă durată, se ameliorează rezistenţa ţesăturii, deşi efectul de scămoşare scade. Pentru o viteză constantă a ţesăturii şi viteze diferite în cele două acţiuni alternative ale acelor garniturii, ameliorarea rezistenţei ţesăturii este îmbunătăţită şi de asemenea orientarea fibrelor scoase din fire.

Calculul vitezei de scămoşare. La obţinerea unui strat de fibre des, uniform şi bine orientat, contribuie alegerea justă a vitezelor ansamblurilor ce poartă garniturile metalice. În funcţie de aceste viteze se construiesc maşinile de scămoşat cu garnituri metalice, adică cu două sisteme de cilindri, cu acele garniturii înfăşurate pe suprafaţa lor laterală, orientate în sensuri diferite, cilindrii avînd acelaşi sens de rotaţie. Sensurile inverse de rotaţie ar determina o acţiune de scămoşare prea puternică sau efectul de scămoşare ar fi nul, avînd loc numai orientarea fibrelor aflate iniţial la suprafaţa ţesăturii.

Pentru ca acţiunile celor două sisteme de cilindri să se repete în mod alternativ şi pentru reducerea dimensiunilor de gabarit, cilindrii celor două sisteme se amplasează pe un cerc, în jurul unui tambur, care prin mişcarea sa de rotaţie împreună cu ambele sisteme de cilindrii contribuie la reglarea dorită a efectului de scămoşare.

Cilindrii care au acele orientate în acelaş sens cu sensul rotaţiei lor (*I*) se numesc cilindri de scămoşare, iar cilindrii care au acele orientate în sens invers rotaţiei lor cilindrii de periere (*II*).

În procesul de scămoşare tamburul, cilindrii fiecărui sistem şi ţesătura supuse scămoşării, trebuie să aibă mişcări separate, pentru ca gradul

de scămoșare să poată fi realizat și reglat corespunzător diferitelor tipuri de țesături.

Fiecare sistem de cilindri poate realiza o acțiune de periere sau de scămoșare în funcție de modul de reglare al vitezelor.

Acțiunile ambelor sisteme de cilindri rezultă din analiza mișcărilor separate și de ansamblu, ale organelor participante în procesul de scămoșare (fig. 561).

În cazul cînd cilindrii ambelor sisteme (periere și scămoșare) nu se rotesc și țesătura nu se mișcă, efectuînd mișcări de rotație în sensul acelor

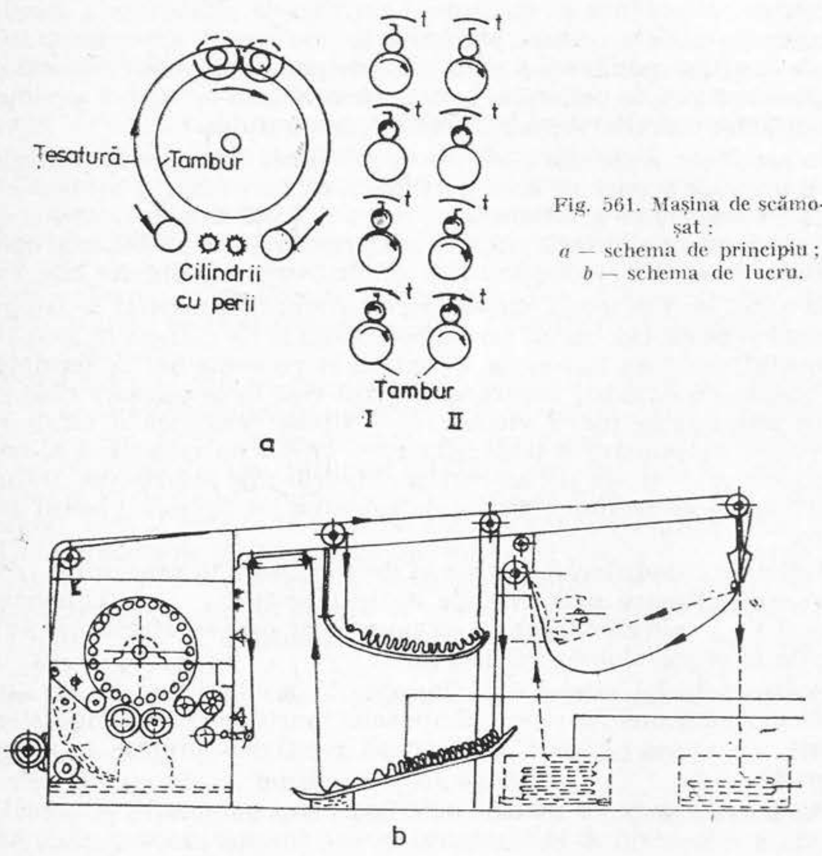


Fig. 561. Mașina de scămoșat:
a — schema de principiu;
b — schema de lucru.

de ceasornic, numai tamburul (purtător de cilindri de periere și de scămoșare), acele cilindrilor de periere *II* — orientate în sensul de rotație al tamburului — vor pătrunde adînc în țesătură și vor rupe fibre din firele de bătătură. Acele cilindrilor de scămoșare *I*, orientate în sens invers rotației tamburului, vor aluneca pe țesătură, fără să aibă vreo acțiune de scămoșare.

Dacă tamburul nu se rotește și țesătura nu se mișcă, rotindu-se numai cilindrii ambelor sisteme în sens invers acelor de ceasornic, acele cilindrilor de scămoșare vor pătrunde adînc în țesătură și vor rupe fibre din firele

de bătătură, iar acele cilindrilor de periere vor aluneca pe țesătură, fără să aibă vreo acțiune.

Dacă însă, țesătura nu se mișcă, în schimb tamburul se rotește în sensul acelor de ceasornic și cilindrii ambelor sisteme se rotesc în sens invers mișcării tamburului, acele cilidrilor de periere *II* vor pătrunde în țesătură, datorită mișcării tamburului, însă din cauza rotației lor în jurul axului propriu, în sens invers, acele vor fi scoase din țesătură. Acele cilindrilor de scămoșare vor pătrunde în țesătură, datorită rotației lor, însă sub acțiunea mișcării în sens invers a tamburului, ele vor fi scoase din țesătură.

Pentru ca țesătura să fie supusă acțiunii de scămoșare a sistemului cilindrilor de periere, viteza periferică a tamburului trebuie să fie mai mare decît viteza periferică a cilindrilor de periere : pentru ca țesătura să fie supusă acțiunii de periere, este necesar ca viteza periferică a cilindrilor să fie mai mare decît viteza periferică a tamburului.

În acest caz, deoarece țesătura nu se mișcă, formarea stratului de fibre, va avea loc numai pe acea porțiune a ei, care vine în contact cu suprafața de scămoșare a tamburului, întrucît acele ambelor sisteme de cilindri vor pătrunde în țesătură, vor scămoșa firele de bătătură și apoi vor ieși relativ încet din ea, scoțînd la suprafață capetele fibrelor elementare.

În cazul cînd se mișcă și țesătura cu ajutorul cilindrilor de conducere în același sens cu tamburul, iar ambele sisteme de cilindri în sens invers tamburului, țesătura în funcție de viteza ei va contribui la acțiunea fiecărui sistem de cilindri. Acesta este cazul real de scămoșare cînd participă în proces cele patru viteze : v_1 — viteza periferică a tamburului ; v_2 — viteza de mișcare a țesăturii ; v_3 — viteza de mișcare a cilindrilor de periere ; v_4 — viteza de mișcare a cilindrilor de scămoșare. De modul de participare al acestor viteze și de valoarea lor depinde efectul de scămoșare.

Acțiunile cilindrilor de periere și de scămoșare în procesul de scămoșare se concretizează prin vitezele de scămoșare V_I — ale cilindrilor de periere și V_{II} — ale cilindrilor de scămoșare, cu care se efectuează calculul energetic al procesului de scămoșare.

Pentru calculul vitezei de scămoșare V_I a cilindrilor de periere trebuie să se țină seama de viteza tamburului (purtătorul ambelor sisteme de cilindri), de viteza țesăturii și de viteza periferică proprie a cilindrilor de periere.

Dacă axele ambelor sisteme de cilindri sînt amplasate pe cercul tamburului cu diametrul D și tamburul în tot timpul procesului de scămoșare se rotește cu o turație constantă n_t, primită de la motor, și dacă cilindrii cu garniturile metalice au diametrul d, atunci viteza periferică a tamburului va fi :.

$$v_1 = \pi\left(D + 2\,\frac{d}{2}\right)n_t.$$

Prin rotația sa, tamburul obligă acele cilindrilor de periere să pătrundă în firele de bătătură, însă, datorită rotației acestor cilindri în sens invers tamburului cu viteza v_3, ei vor avea tendința să scoată acele din

firele de bătătură. Prin mişcarea sa, cu viteza v_2 în acelaşi sens cu tamburul, ţesătura va ieşi de sub acţiunea cilindrilor de periere.

Pentru a se obţine însă un strat de fibre pe ţesătură, cu ajutorul cilindrilor de periere, viteza lor periferică v_3 trebuie să fie mai mică decît diferenţa dintre viteza periferică a tamburului şi viteza de mişcare a ţesăturii, adică, $v_3 < (v_1 - v_2)$ şi, v_2 va trebui să fie mai mic decît v_3, pentru ca ţesătura să nu iasă de sub acţiunea acelor. Cu cît această diferenţă va avea o valoare mai mare, cu atît acţiunea de scămoşare a cilindrilor de periere va fi mai intensă, pentru că v_1 va fi mai mare, iar v_2 foarte mic, adică cilindrii de periere au tendinţa să acţioneze asupra ţesăturii ce se mişcă încet.

Viteza de scămoşare V_I a cilindrilor de periere, adică deplasarea acelor cilindrilor de periere, faţă de ţesătură pe unitatea de timp va fi: $V_I = v_1 - v_2 - v_3$; v_2 şi v_3, avînd acţiune de sens invers procesului de scămoşare, se consideră cu semnul minus, iar acţiunea de scămoşare a tamburului prin viteza v_1 se consideră cu semnul plus.

Acţiunea de scămoşare a cilindrilor de periere va fi cu atît mai mare, cu cît viteza de scămoşare va fi mai mare. Acest fapt rezultă din relaţia anterioară şi anume: cu cît viteza cilindrilor de periere, v_3 este mai mică, cu atît viteza de scămoşare va fi mai mare. Cilindrii de periere au o acţiune de descurcare, de pieptănare a stratului fibros produs de cilindrii de scămoşare, acţiune ce uşurează scămoşarea cu cilindrii de scămoşat, curăţind astfel ţesătura.

Pentru calculul vitezei de scămoşare V_{II} a cilindrilor de scămoşare, trebuie să se ia în considerare viteza v_1 a tamburului, viteza ţesăturii v_2 şi viteza v_4 a cilindrilor de scămoşare. Acele acestor cilindri, fiind orientate în sensul lor de rotaţie, întîlnesc ţesătura care se mişcă în sens invers şi pătrund în firele de bătătură scoţînd capete de fibre, însă sub acţiunea tamburului care se roteşte în sens invers, ele vor ieşi din firele de bătătură. Ţinînd seama de orientarea acelor, mişcarea ţesăturii prin viteza sa, contribuie la creşterea efectului de scămoşare, de aceea în relaţia de scămoşare participă cu semnul plus ca şi viteza v_4 a cilindrilor de scămoşare. Viteza tamburului se consideră cu semnul minus întrucît ea tinde să scoată acele din ţesătură deci: $V_{II} = v_4 + v_2 - v_1$. Pentru creşterea efectului de scămoşare, cele trei viteze trebuie să îndeplinească condiţia: $v_4 > v_1 > v_2$.

Spre deosebire de viteza de scămoşare V_I a cilindrilor de periere, viteza de scămoşare a cilindrilor de scămoşare V_{II} este întotdeauna pozitivă. Viteza de scămoşare este cu atît mai mare, cu cît viteza cilindrilor de scămoşare v_4 este mai mare şi cu cît viteza tamburului v_1 este mai mică.

Prin urmare, intensitatea de scămoşare aşa cum rezultă din relaţiile celor două viteze de scămoşare V_I şi V_{II} creşte, cu creşterea vitezei cilindrilor de scămoşare v_4 şi cu micşorarea vitezei cilindrilor de periere v_3.

Mărirea excesivă a diferenţei între vitezele periferice ale celor două sisteme de cilindri, determină însă şi diminuarea accentuată a rezistenţei ţesăturii. În funcţie de tipul de ţesătură supusă procesului de scămoşare trebuie să se acorde deosebită atenţie alegerii vitezelor pentru cilindrii de periere şi de scămoşare.

La stabilirea acestor viteze trebuie să se ţină seama şi de turaţiile suplimentare ale cilindrilor cu garnituri metalice. Turaţiile cilindrilor cu

garnituri metalice sînt formate din turațiile de bază ale întregului dispozitiv de scămoșare (tambur cu cilindri) și din turațiile proprii determinate de șaibele (roțile) de acționare ale cilindrilor de scămoșare și de periere.

Dacă n'_p și n'_s sînt turațiile de bază ale cilindrilor de periere și de scămoșare, determinate de turațiile tamburului, și dacă n''_p și n''_s sînt turațiile suplimentare ale cilindrilor de periere și de scămoșare, atunci turațiile n_p și n_s ale cilindrilor, necesare pentru calculul vitezelor v_3 și v_4 vor fi :

$$n_p = n'_p + n''_p \text{ și } n_s = n'_s + n''_s.$$

Calculul acestor turații se efectuează pe baza schemei cinematice, ținînd seama de structura ei și de lanțurile cinematice ale fiecărui sistem de cilindri.

Reglare procesului de scămoșare se realizează prin :

— modificarea gradului de apăsare a țesăturii asupra tamburului. La o apăsare puternică, acele cilindrilor pătrund mai adînc în firele de bătătură și deci rezistența opusă de țesătură crește considerabil, rezultînd un strat de fibre scurte și foarte des. La o apăsare și mai pronunțată cilindrii încep să alunece și procesul de scămoșare se micșorează. Pentru o apăsare mai mică a țesăturii, rezistența ei la acțiunea acelor scade și stratul ei de fibre rezultă mai înalt și cu desime redusă ;

— tensionarea curelelor care acționează șaibele cilindrilor ; prin creșterea ei, alunecarea curelelor se micșorează și țesătura se scămoșează mai bine ;

— modificarea vitezei și a modului de lucru a fiecărui grup de cilindri în funcție de viteza țesăturii.

În procesul de scămoșare țesătura devine mai rară în bătătură, din care cauză devine mai densă în urzeală și rezistența firelor de bătătură se micșorează. Aceste modificări ale proprietăților fizico-mecanice ale țesăturii care au loc în procesul de scămoșare sînt specifice fiecărui tip de țesătură.

20.6.2. Mașini de scămoșare

După felul organelor de scămoșare, mașinile sînt : cu garnituri metalice și cu garnituri vegetale (scaieți).

Mașini de scămoșare cu garnituri metalice. Garniturile metalice sînt formate dintr-o țesătură specială de bumbac alcătuită din mai multe straturi de țesătură lipite între ele, în care sînt înfipte ace în formă de U prin spatele țesăturii. Acele sînt din oțel, duraluminiu și sînt îndoite sau drepte cu o lungime totală de 6—7 mm.

După modul de acționare, mașinile de scămoșare cu două sisteme de cilindri sînt : cu acționare prin curele ; cu acționare prin inele de fricțiune.

M a ș i n a d e s c ă m o ș a r e c u g a r n i t u r i m e t a l i c e a c ț i o n a t ă p r i n c u r e l e (fig. 562) este formată din : tamburul de scămoșare alcătuit din două discuri pe care sînt montați 24, 30, 36 sau 48 cilindri — din țevi de oțel — îmbrăcați cu garnituri de cardă și antre-

nați prin curea, cilindrii pentru încălzirea țesăturii, cilindrii transportor de țesătură, cilindri cu perii pentru curățit, sistemul de roți pentru tensionarea curelelor ce îmbracă șaibele (roțile) cilindrilor de scămoșare și de periere, variatorul de viteză și depunătorul automat.

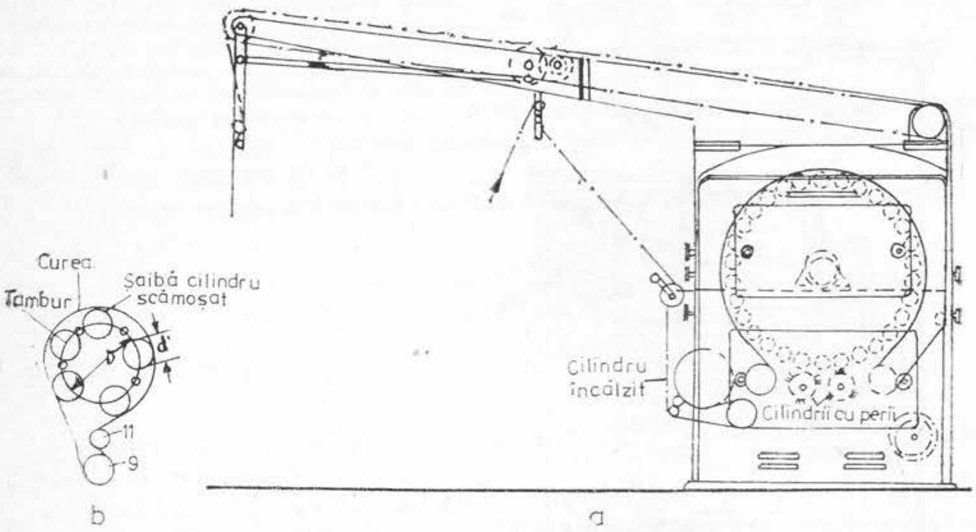


Fig. 562. Mașini de scămoșare cu garnituri metalice :

a — construcție ; *b* — transmisie prin curele : *D* — diametrul tamburului ; *d'* — diametrul șaibei de pe cilindrul cu garnturi metalice : d_9 — diametrul cilindrului de scămoșare ; *11* — diametrul cilindrului conducător de țesătură.

Acționarea mașinii. Mașina este prevăzută cu un singur motor, de la care mișcarea este transmisă la axul principal al tamburului (fig. 563). De la axul principal mișcarea este transmisă mai departe la cilindrii de scămoșare și periere. Fiecare sistem de cilindri este acționat separat de către o curea de transmisie ce înfășoară în fiecare parte a mașinii șaibele cilindrilor de periere și de scămoșare. Prin transmisii intermediare sînt acționați cilindrii cu perii, conducătorii de țesătură și depunătorul automat. Acționarea mașinii se realizează deci prin următoarele lanțuri cinematice : pentru acționarea cilindrilor de scămoșare format din sistemul de cilindri scurți situați între discurile tamburului, pentru cilindrii de periere format din sistemul de cilindri lungi din afara discurilor tamburului, pentru acționarea cilindrilor cu perii, pentru conducătorii de țesătură, pentru acționarea depunătorului automat.

Calculul energetic. Pentru calculul puterii necesare procesului de scămoșare, se stabilesc vitezele de scămoșare ale cilindrilor de periere V_I și ale cilindrilor de scămoșare V_{II}, deci componentele acestor viteze (viteza cilindrilor de scămoșare, viteza cilindrilor de periere) care depind de turațiile respective.

Vitezele tamburului v_1 și a țesăturii v_2 se stabilesc direct din relațiile vitezelor periferice în funcție de diametrele respective.

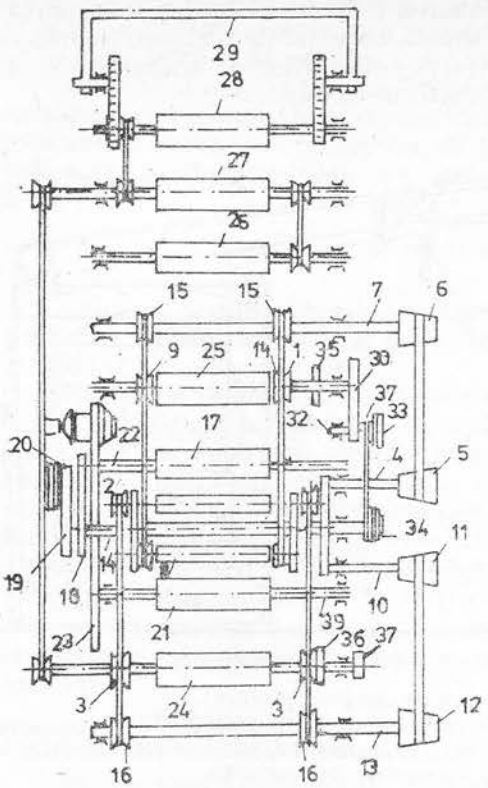


Fig. 563. Schema cinematică a mașinii de scămoșare cu garnituri metalice:
1 — ax principal al tamburului; *2* — discuri pentru susținerea cilindrilor de scămoșare și de periere: *3, 4, 7, 13, 14* — roți dințate: *5, 6—11, 12* — conoizi; *7* — ax: *8, 10, 15, 16* — șaibe pentru tensionarea curelelor; *9* — cilindru pentru scămoșare; *17* — conducător de țesătură; *18* — cilindrii cu perii; *19, 20, 23, 33, 34, 36* — roți dințate; *25, 26* — conuri etajate; *21, 24 17, 25, 26* — cilindrii pentru antrenarea țesăturii; *29* — dispozitiv pendular.

Deoarece turațiile cilindrilor de periere și de scămoșare depind de turațiile de bază și de turațiile suplimentare, se calculează separat aceste turații: $n_p = n'_p + n''_p$ și $n_s = n'_s + n''_s$.

De exemplu, turația cilindrilor de periere: pentru un diametru d' al șaibei de pe cilindrul cu garnitură metalică și turația sa n'_p, în ipoteza că este acționat separat, viteza periferică a cilindrului cu garnitură metalică, va fi: $v' = \pi n'_p d'$.

În mod real însă, toate șaibele sînt acționate de o curea comună și deci această viteză reprezintă viteza periferică a tamburului antrenat prin seria de șaibe, care alcătuiesc prin înfășurarea curelei o șaibă comună a seriei cilindrilor de periere.

Pentru diametrul D', corespunzător cercului ce trece prin axul șaibelor cilindrilor cu garnituri metalice — diametrul tamburului — și turația n' a acestui cilindru, viteza periferică, va fi: $v_1 = \pi(D' + d')n'$.

Deoarece viteza șaibei unui cilindru cu garnituri metalice v' este aceeași cu viteza tamburului, v_1, din egalitatea celor două viteze ($v' = v'_1$) rezultă:

$$n'_p = \frac{(D' + d')n'}{d'\eta} = n'_s = \frac{(D' + d')n'}{d'\eta};$$

întrucît raționamentul este similar și pentru cilindri de scămoșare, $n'_p = n'_s$. În aceste relații, η este randamentul curelei.

Turația suplimentară se calculează separat pentru fiecare sistem de cilindri după schema cinematică. De exemplu, pentru cilindrii de scămoșare :

$$n''_s = n_t i = n_t \frac{z_3}{z_4} \frac{D_{conoid} 6}{D_{conoid} 7} \frac{d_9}{d'}.$$

În același mod se calculează turația suplimentară a cilindrilor de periere, n''_p, în funcție de poziția curelei pe conoizi și apoi v_3 și v_4, cu care se stabilesc vitezele V_I și V_{II}.

Puterea consumată numai pentru scămoșare se calculează cu relația :

$$N_s = \frac{F \cdot V_{II}}{102 \cdot \eta},$$

în care : $F = T\,A\,\mu$ (forța de scămoșare în procesul de scămoșare) ;

V_{II} — viteza de scămoșare a cilindrilor de scămoșare.

Pentru calculul puterii totale se consideră și celelalte puteri pentru frecare și antrenarea țesăturii etc.

M a ș i n i d e s c ă m o ș a r e a c ț i o n a t e p r i n f r i c ț i u n e. La aceste mașini cilindrii cu garnituri metalice (de scămoșare și periere) au în locul șaibelor (roților) conoizi. Un inel de fricțiune montat la un capăt al axului tamburului antrenează seria de conoizi a cilindrilor de scămoșare, iar altul montat la celălalt capăt antrenează seria de conoizi a cilindrilor de periere (fig. 564).

Reglarea vitezei cilindrilor de scămoșare și de periere se realizează prin modificarea poziției inelului de fricțiune pe generatoarele conoizilor.

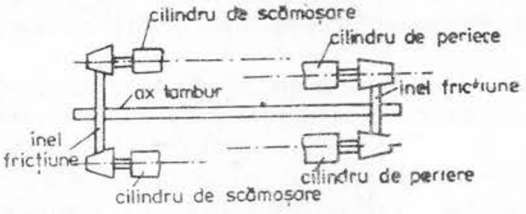


Fig. 564. Schema cinematică de acționare prin inel de fricțiune.

Conoizii cilindrilor de periere au $D_{max} = 93$ mm, lungimea 1 800 mm, unghiul de înclinare 2°34′. Conoizii cilindrilor de scămoșare au $D_{max} = 81$ mm, unghiul de înclinare 1°57′ și lungimea 180 mm. Turația de 1 147—1 300 rot/min.

La unele mașini, șaibele cilindrilor de scămoșare și ale cilindrilor de periere sînt montate într-o singură parte, iar la altele sistemul de acționare este format numai din conuri etajate, așezate fie la partea superioară, fie la partea inferioară. Se construiesc și mașini pentru scămoșarea continuă (fig. 565).

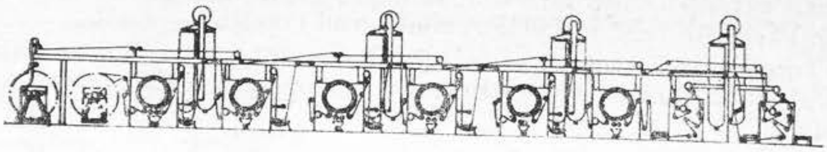


Fig. 565. Agregat de scămoşare.

M a ş i n i l e d e î m p î s l i t. Au aceeaşi construcţie ca şi maşinile de scămoşare cu deosebirea că, toţi cilindrii cu garnituri metalice au acele orientate în acelaşi sens (fig. 566).

Maşinile de scămoşare cu scaieţi. Folosesc în locul cilindrilor cu garnituri metalice, rame cu scaeţi. Scaeţii sînt fructele unor plante, care se cultivă în mod special numai în acest scop. Scaeţii sînt de diferite mărimi şi se clasifică după mărimea diametrului — care variază de la 27—170 mm — şi după lungimea părţii cu ţepi — care variază de la 12 la 18 linii franceze (o linie franceză = 22,6 mm).

Maşinile de scămoşat cu scaeţi sînt : cu scaeţi ficşi ; cu scaeţi mobili cu unul sau două tambure.

Maşinile de scămoşare cu scaeţi ficşi sînt prevăzute cu unul sau două tambure metalice pe a căror suprafaţă laterală sînt montate 16. . .24 rame cu scaeţi, care pot fi folosite pe ambele părţi în funcţie de gradul de uzură. Contactul ţesăturii cu scaeţii poate avea loc în două sau mai multe zone (fig. 567).

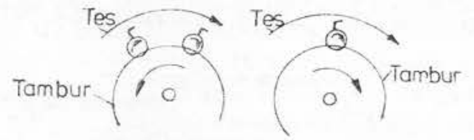


Fig. 566. Schema de principiu a maşinii de împîslit.

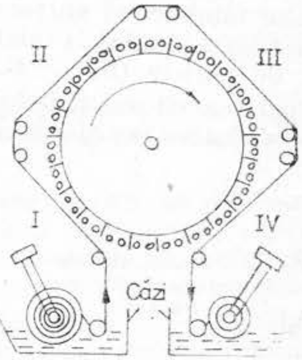


Fig. 567. Maşina de scămoşat cu scaieţi ficşi.

Sistemul de alimentare — debitare a ţesăturii, bazat pe principiul înfăşurării — desfăşurării pe suluri, din cauza vitezei variabile — are ca rezultat o scămoşare neuniformă. Acest inconvenient se poate înlătura prin trecerea ţesăturii prin maşină în bandă fără fine (printr-un compensator tip cadă) sau prin folosirea variatoarelor de viteză.

În timpul procesului de scămoşare ţesătura circulă în două sensuri de trecere prin apa din cadă în vederea umezirii şi micşorării coeficientului

de frecare. La mașinile moderne umezirea se realizează cu ajutorul dispozitivelor de stropire.

Scămoșarea se începe de obicei cu scaeți mai uzați, trecîndu-se treptat la scaeți mai buni ; numărul de pasaje ale țesăturii depinde de structura țesăturii și de efectul dorit. În aceste mașini se poate realiza prescămoșarea, scămoșarea definitivă și scămoșarea cu orientarea flurului într-un singur sens.

Mașinile de scămoșare cu scaieți ficși cu două tambure asigură o scămoșare mai rapidă, datorită faptului că al doilea tambur se rotește în sens invers față de primul. Ele realizează o scămoșare mai uniformă prin deplasarea țesăturii în mod continuu datorită compensatorului tip cadă.

Mașinile de scămoșare cu scaeți mobili au scaeții fixați solidari pe axele metalice, cu lungimi de 15—18 cm. Axele sînt așezate în grupuri pe suporții de la suprafața ramelor. Față de generatoarea tamburului axelor sînt înclinate sub un unghi de 15°, înclinarea alternînd la dreapta și la stînga pentru fiecare șir, spre deosebire de mașinile cu scaeți ficși, la care scaeții au poziție verticală pe ramă. Scaeții solidarizați între ei se pot roti ușor odată cu axul pe care sînt fixați. Fiecare fus (capăt al axului) are un lagăr închis și unul deschis, fapt care permite ca axul cu scaeți să fie înlocuit ușor. În timpul funcționării mașinii, datorită poziții înclinate fusul este supus unei presiuni axiale, prin urmare lagărele închise trebuie să fie așezate în partea din care este îndreptată presiunea. Scaeții au același sens de mișcare ca și țesătura, deoarece sînt antrenați de ea și în sens invers față de sensul de rotație al tamburului.

La scămoșarea cu scaieți mobili — datorită poziției și mobilității scaieților — pe lîngă scămoșarea în lungimea țesăturii, deci cu efect mai bun asupra bătăturii, specifică scaieților ficși, se adaugă și scămoșarea în lățime cu efect atît asupra bătăturii cît și asupra urzelii.

Intensitatea de scămoșare este mai redusă decît la scămoșarea cu scaieți ficși. Acest fapt adăugat la repartizarea acțiunii de scămoșare atît asupra urzelii cît și a bătăturii, are ca efect o scădere mai mică a rezistenței țesăturii și deci o micșorare a deșeurilor de scămoșare (mai puține fibre rupte).

Mașinile pot avea unul sau două tambure, fiecare cu două sau mai multe zone, a căror lungime de contact poate fi reglată convenabil, țesătura circulînd prin mașină în bandă fără fine.

Scămoșarea cu scaeți mobili se aplică fie ca scămoșare definitivă, țesăturilor care nu cer o paralelizare și o culcare a fibrelor și, ca prescămoșare pentru țesăturile care trebuie să aibă un strat de fibre des și egal.

Pentru evitarea dungilor de scămoșare, se scămoșează inițial dosul țesăturii.

Se construiesc și mașini combinate cu scaieți : un tambur cu scaieți ficși și altul cu scaieți mobili.

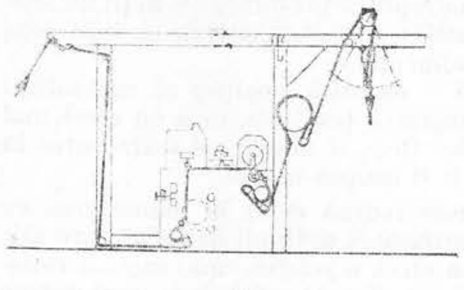
La alte mașini în locul axelor cu scaeți se montează în rame axe înfășurate în garnituri metalice, evitîndu-se astfel consumul de scaeți pentru aceiași calitate a stratului de fibre și reducerea la jumătate a duratei de scămoșare.

20.6.3. Mașini pentru baterea și ridicarea velurului

Baterea se aplică țesăturilor scămoșate cu scaieți în scopul afînării stratului de fibre și a ridicării acestuia perpendicular pe suprafața țesăturii. Această acțiune se realizează cu o serie de bare — așezate de ambele părți ale mașinii, acționate prin came sau excentrici în curse pe verticală. Țesătura în stare udă se deplasează cu o viteză mică de 10—15 m//min peste un postav ce servește ca suport elastic. Același efect se poate realiza și prin aburire.

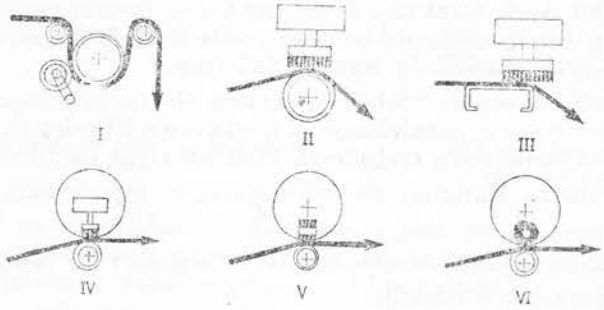
20.6.4. Mașini de ratinat

Aceste mașini modifică afînarea fibrelor — obținute prin scămoșare (fig. 568, *a*) și le orientează fie în grupuri mici (pentru obținerea efectului Perlé) fie în grupuri mari (pentru obținerea efectului Ratiné). Orientarea fibrelor se realizează cu ajutorul a două plăci de ratinat : una fixă acoperită cu pluș, situată la partea inferioară și alta mobilă la partea superioară îmbrăcată cu pîslă, pluș sau cauciuc, acționată în mișcare prin excentrici. Datorită modificărilor sensurilor de mișcare și curselor plăcii



a

Fig. 568. Mașina de ratinat :
a — mașina de ratinat prin scămoșare ; *b* — mașina pentru obținerea efectelor de suprafață prin gruparea și fixarea fibrelor : *I* — prin presare : *II* — cu perii rotunde pe valț ; *III* — cu perii rotunde pe mese plane ; *IV* — cu perii rotunde amplasate în șabloane cilindrice ; *V* — cu periere transversală din interiorul șablonului pe cilindru : *VI* — cu periere longitudinală cu perii din interiorul șablonului pe cilindru ;



b

mobile, se obțin cele mai variate efecte de orientare a fibrelor. În fig. 568, *b* sînt prezentate variantele de lucru pentru efecte de suprafață prin gruparea și fixarea fibrelor pe principiul presării.

20.6.5. Mașini pentru uniformizarea stratului de fibre de la suprafața materialelor textile

Uniformizarea și egalizarea înălțimii stratului de fibre de la suprafața țesăturilor se realizează prin tundere, rezultînd astfel un aspect mai curat și mai clar al contexturii țesăturii.

Tunderea se aplică în operațiile preliminare imprimării și vopsiri pentru curățirea suprafeții de noduri, ochiuri, capete de fire și fibre pentru a-i da un aspect mai curat și mai egal și, ca operațiune finală pentru egalizarea straturilor de fibre obținute prin scămoșare sau prin țesere (cazul catifelelor și al plușurilor).

Dacă îndepărtarea capetelor de fibre de pe țesături se mai poate realiza și prin pîrlire, egalizarea încălțimii stratului de fibre este posibilă numai prin tundere.

20.6.5. 1. Bazele procesului de tundere

Principiul de tundere al țesăturilor cu ajutorul dispozitivelor de tundere, este acela al tăierii prin forfecare între două lame tăietoare. Tăierea fibrelor se exercită în unghi, între un cuțit fix de formă plană și un cuțit mobil, format dintr-un cilindru de metal, pe suprafața căruia sînt așezate în spirală un număr pereche de lame fixate prin înșurubare pe capetele cilindrului. Spirele au secțiuni de forme diferite cu marginea lamei dreaptă sau prevăzută cu ușoare zimțări care ajută la prinderea fibrei în momentul tăierii.

Tunderea rezultă datorită trecerii țesăturii prin locul în care cilindrul purtător de lame elicoidale (care se rotește) întîlnește cuțitul plan fix, adică la locul de tundere.

Cinemateca procesului de tundere. Procesul de tundere este determinat de alegerea corectă a valorilor unghiului de tăiere α, și a unghiului β, de înclinare a lamelor elicoidale față de axa longitudinală a cilindrului purtător de lame. Aceste valori se stabilesc în funcție de vitezele organelor de tundere și ale țesăturii. Pentru o viteză periferică v_1 de mișcare a cilindrului purtător de lame elicoidale și v_2 de mișcare a țesăturii, locul de tundere A, a unei lamele, la mișcarea țesăturii în sus cu viteza v_2 se va deplasa față de țesătură cu aceeași viteză v_2 în jos (fig. 569, *a*). În același timp, datorită formei elicoidale a lamelei cuțitului mobil, locul de tundere se va deplasa spre stînga cu viteza v', care este perpendiculară pe viteza de deplasare a țesăturii v_2. Deci rezultanta vectorului viteză va face un unghi α cu viteza de mișcare a țesăturii numit unghi de tăiere. Viteza de deplasare a locului de tundere este determinată de viteza țesăturii și mărimea acestui unghi $v = v_2 \operatorname{tg} \alpha$.

Însă valoarea vitezei v' de deplasare a locului de tundere datorită formei speciale a cuțitului este determinată de panta lamei elicoidale și de turație, respectiv de viteza periferică v_1 a cuțitului mobil. Orice modificare a pantei pe care o face lama elicoidală cu vectorul vitezei periferice, duce la modificarea locului de tundere pe direcția axială.

Panta lamei elicoidale în timpul procesului de tundere, determină modificarea locului de tundere pe direcția AB (fig. 569, *b*), adică pe ipo-

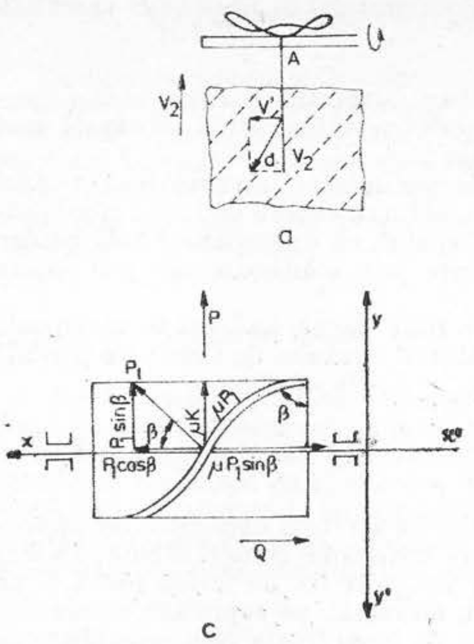


Fig. 569. Schema procesului de tundere: *a* — orientarea lamelor; *b* — construcția cuțitului mobil; *c* — cinematica procesului de tundere.

tenuza triunghiului ABC. Deplasarea AC corespunde vitezei periferice v_1 a cilindrului purtător de lame, iar deplasarea BC, vitezei de deplasare a locului de tundere. Deci $v' = v_1 \operatorname{tg} \beta$.

Ținînd seama de relația anterioară:

$$v' = v_1 \operatorname{tg} \beta = v_2 \operatorname{tg} \alpha.$$

Prin urmare, viteza de deplasare a locului de tundere se poate exprima în funcție de viteza țesăturii și de viteza organelor de tundere.

Corelația dintre valorile celor două unghiuri α și β rezultă din egalitatea anterioară. Astfel, dacă $v_1 = v_2$, atunci $\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\beta$ și deci $\alpha = \beta$. În această situație, nu are loc tunderea, cilindrul cu lame elicoidale se mișcă în gol peste țesătura pe care lamelele sale se imprimă ca niște drepte paralele între ele ce formează unghiul $\alpha = \beta$. Deci, tunderea are loc numai cînd $v_1 \neq v_2$. Cu cît valoarea unghiului α se apropie de 50°, cu atît locul de tundere, respectiv tunderea țesăturilor se efectuează pe direcția axului cilindrului cu cuțite (fig. 569, *c*). Ca și în alte procese de tăiere și aici geometria cuțitului are rol hotărîtor prin corelația dintre unghiul de tăiere, de degajare și de așezare. Unghiurile de așezare și de degajare pot fi modificate în funcție de tipul de țesătură, de vitezele de mișcare ale țesăturii și cilindrului cu lame elicoidale.

Puterea necesară în procesul de tundere. În procesul de tundere participă două forțe: una de tăiere, F, perpendiculară pe axul de rotație al cilindrului port cuțit și una de deplasare a locului de tundere, F', paralelă cu axa cilindrului port cuțite.

Cu ajutorul acestor forțe se efectuează calculul energetic al procesului de tundere.

Pentru stabilirea lor, se consideră inițial că pe suprafața laterală a cilindrului se află o singură lamă. În timpul rotației cilindrului asupra tăișului cuțitului iau naștere trei forțe :

— o forță de rezistență F_1, opusă de țesătură forței de tăiere, F, îndreptată perpendicular pe suprafața elicoidală a cuțitului;

— două forțe de fricțiune : una μF_1, determinată de fricțiunea țesăturii față de cuțit, tangentă la suprafața elicoidală a cuțitului și alta μK, determinată de presarea cuțitului mobil față de țesătură, îndreptată în direcția perpendiculară pe axul cuțitului.

Pentru realizarea procesului de tundere, trebuie ca forța F să fie cel puțin egală cu cele trei forțe.

Mărimea forței de tăiere F se stabilește ca sumă a proiecțiilor celor trei forțe pe axa yy' deoarece ea este îndreptată perpendicular pe axul de rotație al cilindrului mobil cu cuțite.

Proiecțiile forțelor F_1, μF_1 și μF pe axa yy' sînt, respectiv, $F_1 \sin \beta$; $\mu F_1 \cos \beta$; μK; și deci :

$$F = F_1 \sin \beta + \mu F_1 \cos \beta + \mu K.$$

În mod similar, mărimea forței F' de deplasare a locului de tundere, se stabilește ca suma proiecțiilor celor trei forțe pe axa xx'. Proiecțiile forțelor : F_1, μF_1 și μK, pe axa xx' sînt : $F_1 \cos \beta$; $\mu F_1 \sin \beta$; O, și deci : $= F_1 \cos \beta - \mu F_1 \sin \beta$.

Pentru cazul real, în care pe suprafața laterală a cilindrului se află, z, lame elicoidale care ating țesătura în, n, puncte, forțele F și F', trebuiesc amplificate cu numărul n, al acestor locuri de tundere.

Pentru stabilirea numărului locurilor de tundere se poate aplica aceeași relație ca și pentru un șurub cu mai multe începuturi :

$$l_1 = \frac{pn}{z},$$

$l_1 = pn/z$, din care se calculează numărul de locuri de tundere, n; în această relație :

l_1 este lungimea cilindrului cu lame elicoidale;

p — pasul dintre lame;

z — numărul lamelor pe o singură direcție.

Deci pentru un cilindru cu z lame pe aceeași direcție, mărimea forțelor va fi :

$$F_z = F\,n = (F_1 \sin \beta + \mu F_1 \cos \beta + \mu K)\frac{l_1 z}{p} \text{ și}$$

$$F'_z = F'n = (F_1 \cos \beta - \mu F_1 \sin \beta)\frac{l_1 z}{p}$$

Dacă lamele elicoidale au direcţii diferite pe cilindru, trebuie să se ia în considerare condiţiile de echilibru pentru fiecare parte a cilindrului prin rezultatele lor.

Pentru stabilirea relaţiei dintre forţele F şi F' se pleacă de la egalitatea puterilor celor două forţe corespunzătoare vitezelor respective, neglijîndu-se forţele de frecare în lagărele axului cilindrului cu lame, adică $Fv_1 = F'v'$; însă $v' = v_1 \operatorname{tg} \beta$ şi deci $F = F' \operatorname{tg} \beta$ şi corespunzător $F_z = F'_z \operatorname{tg} \beta$.

Puterea consumată numai în procesul de tundere se calculează în funcţie de valoarea forţei F_z, care acţionează la periferia muchiei cuţitului şi de viteza periferică v_1 de la muchia de lucru a cuţitului.

$N_z = \dfrac{F_z v_1}{102\,\eta}$, la care se adaugă celelalte puteri consumate pentru antrenarea ţesăturii, antrenarea cilindrilor cu perii, frecare etc.

La maşinile moderne fiecare organ de tundere este prevăzut cu ventilator propriu, care transportă produsele rezultate din tundere la reţeaua comună pentru colectarea acestora; deci se adaugă şi puterea pentru ventilatoare.

Valoarea forţei periferice F_z rămîne constantă, atîta timp cît numărul lamelor tăietoare rămîne constant, adică pentru un număr întreg de locuri de tundere. Dacă numărul locurilor de tundere este variabil, din cauza schimbării numărului de lame participante în procesul de tundere în timpul unei rotaţii, modificarea forţei F_z determină o încărcare neuniformă a cilindrului cu lame. Uniformitatea încărcării cilindrului depinde de lungimea sa, adică de lăţimea de tăiere, pentru un pas, p, şi un număr de lamele , z. Lăţimea uniformă de tăiere corespunde deci la un număr întreg al raportului $\dfrac{l_1 z}{p}$.

Productivitatea organelor de tundere. Productivitatea organelor de tundere depinde de numărul de tăieri pe centimetru, deci de numărul lamelor, de turaţia cilindrului cu lame şi de asemenea de parametrii de alimentare ai maşinii cu ţesătură.

Pentru turaţia n_1 a cilindrului cu lame elicoidale şi numărul de tăieri/cm, T, la viteza de alimentare, v_a, cu ţesătură şi la un număr de lame elicoidale, z, de pe cilindru, productivitatea va fi : $Tv_a\,100$, adică productivitatea depinde direct de numărul de tăieri/cm, care este determinat de numărul de lame z şi de turaţia cilindrului cu lame, deoarece într-o singură rotaţie lamele efectuează z tăieri :

$$zn_1 = Tv_a\,100, \text{ deci } T = \frac{zn_1}{v_a\,100} \text{ tăieri/cm.}$$

Prin urmare, cu cît numărul de lame pe cilindru va fi mai mare şi cu cît turaţia lui va fi mai mare, cu atît creşte numărul de tăieri pe unitatea de lungime. Creşterea vitezei de alimentare influenţează defavorabil numărul de tăieri, deoarece se micşorează durata de tundere. La rîndul ei, durata de tundere depinde de numărul de pasaje, m, (la maşinile cu un sin-

gur organ de tundere) respectiv de numărul organelor de tundere, m_1 și de lungimea țesăturii L_1 ce se află în contact cu organele de tundere :

$$\tau = \frac{L_1 m}{v_a},$$

din care : $L_1 = \frac{v_a \cdot \tau}{m}$.

Dacă se ține seama și de faptul că viteza de alimentare a țesăturii în mașină, v_a, nu este niciodată egală cu viteza periferică v_2, a dispozitivului ce alimentează organele de tundere cu țesătură, din cauza coeficientului k de alimentare a țesăturii, relația anterioară se modifică astfel :

$$L_1 = \frac{v_2 k \tau}{m} = \frac{v_2 k \tau}{m_1},$$

deoarece $k = \frac{v_a}{v_2}$, adică productivitatea, se poate exprima și în funcție de parametrii de alimentare ai organelor de tundere.

Pentru securitatea muncii și pentru desfășurarea normală a procesului de tundere, cilindrii cu lame elicoidale avînd o turație mare (circa 2 000 rot/min) trebuiesc bine echilibrați și verificați la acțiunea forței centrifuge, la tensiunile interne și la oscilații.

Deci, fixarea lamelor elicoidale pe suprafața cilindrului prezintă deosebită importanță ; calculul cilindrilor se conduce pentru efortul combinat la încovoiere și torsiune și se verifică la efortul de oboseală.

Dispozitivul de tundere. Este format din cuțitul plan fix — o lamă de oțel cu grosimea de 2,5 mm și lățimea de 80—100 mm și din cuțitul mobil alcătuit din 6—18 lamele elicoidale, orientate diferit, pentru ca țesătura să fie condusă centrat prin mașinile cu mai mulți cilindri și masa de tundere (fig. 570).

Distanța dintre locul de tundere și masa de tundere determină înălțimea de tundere la care sînt tăiate fibrele. Distanța variază în funcție

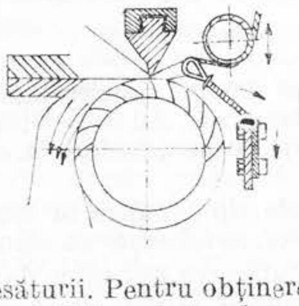


Fig. 570. Dispozitiv de tundere.

de calitatea țesăturii. Pentru obținerea unui strat egal se aplică tunderea progresivă cu o înălțime de tundere mai mare la început, care apoi este micșorată treptat, odată cu creșterea numărului de pasaje pe care le efec-

tuează țesătura prin mașină. Micșorarea înălțimii de tundere se realizează prin coborîrea dispozitivelor de tundere cu ajutorul unor șuruburi micrometrice, deoarece masa de tundere este fixă.

Masa de tundere — suportul peste care trece țesătura în dreptul locului de tundere — poate fi simplă sau dublă formată din doi suporți.

În cazul meselor cu un suport, țesătura este sprijinită direct de suport, în momentul tunderii între cuțitul fix și cuțitul mobil.

În funcție de profilul suportului — ascuțit sau rotund — se pot obține diferite înălțimi ale stratului de fire, pînă la tunderea rasă. În cazul meselor cu doi suporți, tunderea se realizează în intervalul dintre suporți, deci nu se poate obține o tundere avansată și deci nu se formează goluri prin tăierea nodurilor. Masa cu doi suporți se recomandă pentru tunderea țesăturilor netede din fibre pieptănate, care nu impun o reglare precisă a stratului de fibre.

20.6.5.2. **Mașini pentru tunderea țesăturilor**

După modul de acționare al dispozitivelor de tundere asupra țesăturii, mașinile sînt de două tipuri:

— cu tundere superioară — dispozitivul de tundere fiind amplasat deasupra țesăturii (fig. 571);

— cu tundere inferioară — dispozitivul de tundere fiind amplasat la partea inferioară. Sînt și mașini pentru tunderea pe ambele părți ale țesăturii.

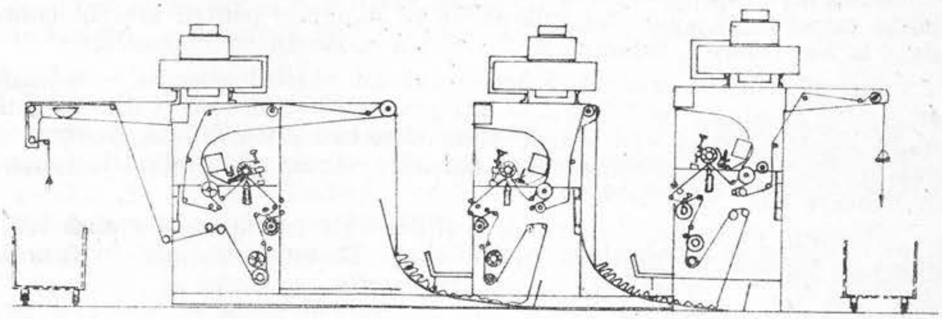


Fig. 571. Mașină cu tundere superioară.

Mașinile cu tundere inferioară pe direcția longitudinală, pentru tunderea țesăturilor ușoare și a țesăturilor crude. Au dispozitivul de tundere încadrat între dispozitivele de curățire cu perii închise în carcase, racordate la rețeaua de ventilație.

Pentru tunderea țesăturilor crude tip bumbac în locul cilindrului cu perii din partea anterioară a mașinii, se folosește un cilindru îmbrăcat în hîrtie abrasivă (șmirghel) pentru curățarea resturilor de capsule de pe țesătură. Viteza pentru asemenea țesături este de două ori mai mică decît pentru celelalte țesături.

Pentru detectarea particulelor metalice din țesături, care ar putea deteriora dispozitivul de tundere, în partea anterioară a acestuia se montează un dispozitiv electromagnetic, ca și în cazul calandrelor de călcat.

Dispozitivul de tundere și cilindrii cu perii sînt prevăzuți cu apărători. Pentru dispozitivul de tundere acestea sînt cu electroblocare cu posibilitatea de deschidere numai în timpul staționării mașinii. Apărătoarea de piele a cilindrului de tuns înlătură scamele de pe dispozitivul de tundere, iar postavul de sub apărătoarea din piele fiind impregnat cu ulei, curăță cuțitul de scame și totodată îl unge.

În schema cinematică de acționare intră mai multe lanțuri cinematice cu variatoare și reductoare de turații.

Mașina poate avea mai multe dispozitive de tundere așezate succesiv, astfel încît la primul și la al treilea, lamele cuțitului mobil să fie orientate spre dreapta, iar al doilea și la al patrulea spre stînga.

Unele mașini sînt prevăzute cu dispozitive pentru mișcarea axială a cilindrilor cu lame elicoidale.

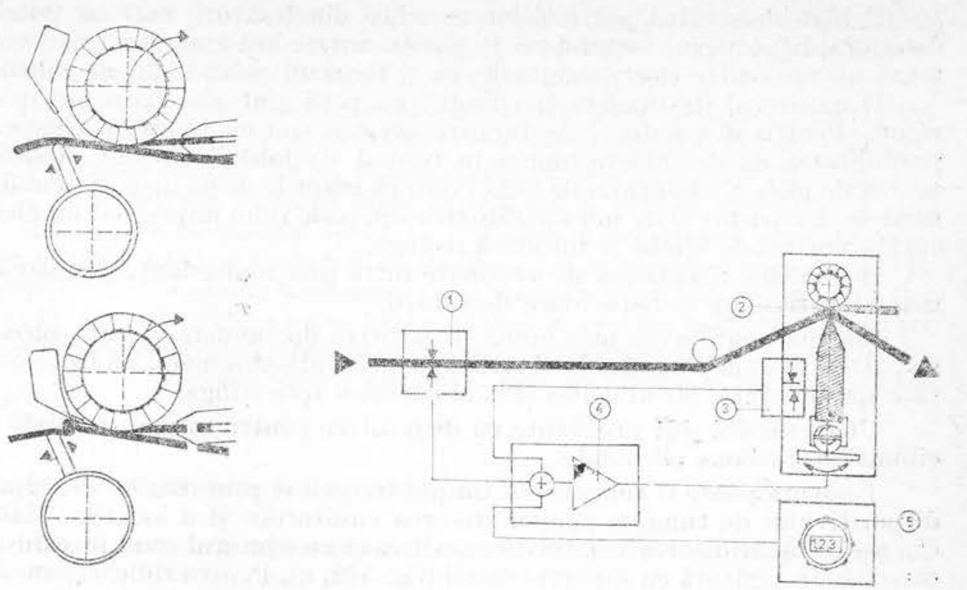
Țesătura poate fi ridicată, în timpul trecerii ei prin mașină deasupra dispozitivului de tundere pentru trecerea cusăturilor și a locurilor slabe din țesătură. Ridicarea țesăturii se realizează cu ajutorul unui mecanism care este în legătură cu suportul mesei (fig. 572, *a*). Pentru ridicarea mesei la trecerea unei cusături și pentru oprirea automată în cazul ruperii țesăturii, mașinile sînt prevăzute cu dispozitive automate pentru îndepărtarea țesăturii și pentru oprire. Reglarea înălțimii de tundere se realizează prin acțiunea hidraulică a mesei de tundere pe direcția verticală sau cu dispozitive automate Justomat Monforts (fig. 572, *b*) cu tundere completă într-un singur pasaj și viteză reglabilă, cît și prin pivotarea automată lateral a mesei de tundere (fig. 572, *c*).

Dispozitivul electromagnetic pentru îndepărtarea țesăturii se bazează pe următorul principiu : cusătura prin trecerea ei antrenează în mișcarea de rotație o rolă cu excentric care determină stabilirea unui circuit electric, ce comandă printr-un sistem de pîrghii organele de ridicarea mesei, respectiv a țesăturii. În cazul ruperii țesăturii, rola pe care o înfășoară aceasta, se coboară și prin mișcarea ei, comandă întreruperea circuitului din lanțul declanșatorului magnetic, oprind motorul electric de acționare.

Dispozitive automate cu fotocelulă instalate pe mașinile moderne lucrează pe următorul principiu : la apariția cusăturii se modifică fluxul luminos și deci se declanșează sistemul de îndepărtare a țesăturii.

Alte dispozitive, adaptate la unele mașini moderne, asigură oprirea automată a mașinii, după terminarea numărului de pasaje fixat inițial și înregistrarea lui automată. Pentru un organ de tundere numărul de pasaje este de 1—12.

Mașinile cu tundere superioară, pentru țesăturile grele și țesăturile cu legătură diagonal. Aceste mașini au viteza de înaintare a țesăturii și turația cuțitului mobil mai mică decît mașinile cu tundere inferioară (1 450 rot/min, în comparație cu 2 500 rot/min), însă numărul de tăieri pe centimetru este mai mare, deoarece cilindrul are un număr mai mare de lame (10—12, în comparație cu 6) și numărul dispozitivelor de tundere mai mare (2—8). În fig. 573 este prezentată mașina polifuncțională Texamatri cu posibilitatea de tundere în 1—3 pasaje.



a

b

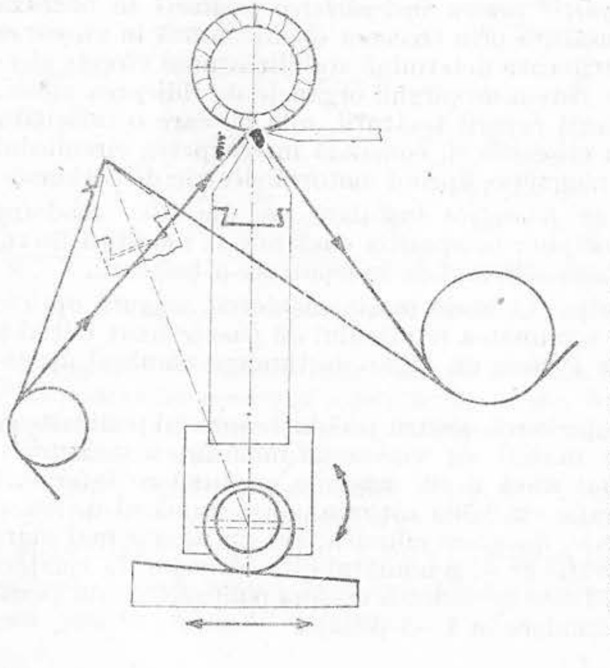


Fig. 572. Mașini cu tundere inferioară :

a — dispozitiv de protecție la trecerea cusăturii ; *b* — dispozitivul Justomat al mașinii Textima pentru reglarea automată a înălțimii de tundere (a grosimii materialului textil) : *1* — sistemul pentru valoarea prevăzută a grosimii ; *2* — sistemul pentru reglarea înălțimii de tundere ; *3* — sistemul de reglare a tunderii în conformitate cu grosimea prevăzută ; *4* — unitate electronică de comparare a celor două mărimi atinse ; *5* — contactor selector pentru potrivirea efectului de tundere dorit (cuțitul inferior poate fi ascuțit chiar în mașină, deci se pot efectua tunderi pe orice material textil : țesătură, tricot din lînă, din bumbac, fire mixte, produse din fibre sintetice) *c* — sistemul automat pentru reglarea înălțimii de tundere prin pivotarea laterală a mesei de tundere — prin efectul de pană conică, combinat cu efectul de excentricitate.

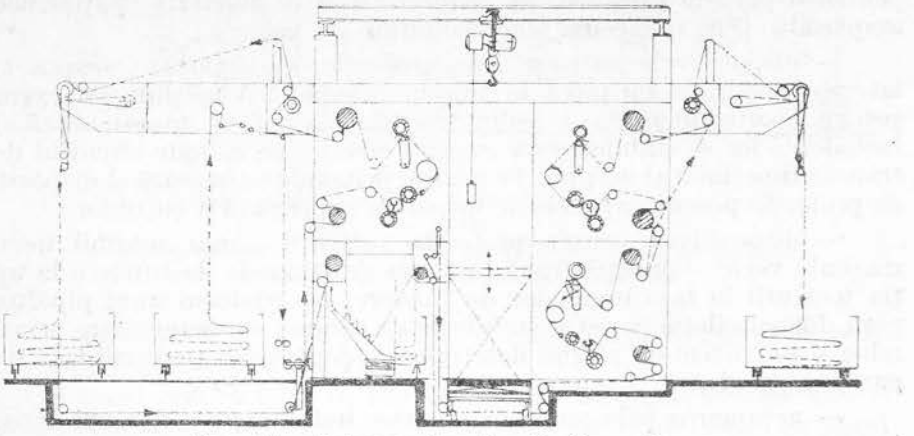


Fig. 573. Mașina polifuncțională Texmatri.

Mașinile cu tundere pe ambele părți ale țesăturii, pentru tunderea țesăturilor de in. Se deosebesc de celelalte mașini numai prin amplasarea reciprocă a dispozitivului de tundere și de curățire. Fiecare dispozitiv de tundere este prevăzut cu un dispozitiv de curățit cu perii, iar în unele cazuri și cu ventilator propriu. Procesul de tundere poate decurge fie prin tunderea alternativă pe un dispozitiv de tundere pe o parte a țesăturii, iar pe celălalt dispozitiv de tundere pe cealaltă parte, sau pe primele dispozitive de tundere, pe o parte și pe următoarele dispozitive de tundere, pe cealaltă parte. Viteza de mișcare a țesăturii în aceste mașini este mai mică 8,6 . . 10,5 m/min., în comparație cu 11—17 m/min, a mașinilor cu tundere superioară. Se construiesc și mașini tip modular (fig. 574).

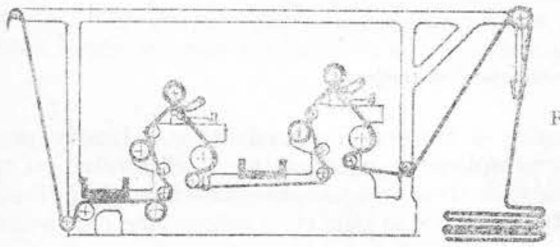


Fig. 574. Mașina cu construcție modulară.

Perfecționările aduse în construcția mașinilor moderne :

— construcția cuțitelor mobile cu un număr mai mare de lame elicoidale (26—24, în loc de 6—12). Datorită creșterii numărului de cuțite elicoidale, crește corespunzător numărul de tăieri pe cm și deci productivitatea, fiind posibilă reducerea numărului de pasaje și a numărului de dispozitive de tundere ale mașinii ;

— amplasarea pe două linii verticale a organelor de tundere ale mașinii cu tundere pe ambele părți ; pe fiecare linie sînt organele de tundere

pentru o parte a țesăturii. Se reduce astfel la jumătate spațiul necesar amplasării prin reducerea dimensiunilor de gabarit ;

— dispozitivele automate de protecție, cu acționare asupra ușilor laterale asigură securitatea în timpul funcționării mașinii, de exemplu, pentru poziția deschisă a ușilor laterale mașina nu funcționează. Prin închiderea lor se stabilește un contact electric ce închide circuitul de intrare în funcțiune al mașinii. Pe același principiu se bazează și dispozitivul de protecție pentru capacele de la partea superioară a cuțitelor ;

— dispozitivul pentru protecția țesăturii — mai sensibil decît la mașinile vechi — îndepărtează țesătura de organele de tundere la apariția țesăturii în fața organelor de tundere, cu ajutorul unui pipăitor cu perii. Prin oscilația periei se stabilește un contact cu mercur care printr-un releu și un sistem de pîrghii determină îndepărtarea țesăturii față de organul de tundere ;

— acționarea prin motoare electrice individuale a fiecărui organ de tundere, pentru antrenarea țesăturii, pentru cilindrii cu șmirghel, pentru ventilator. Viteza țesăturii la aceste mașini ajunge la 40 m/min.

20.6.5.3. Mașini pentru tunderea pe direcție transversală

Aceste mașini servesc pentru tunderea capetelor bucăților de țesătură, care nu au fost tunse la ridicarea dispozitivelor de tundere, pe cale manuală, în timpul trecerii prin locul de tundere. Procesul de tundere decurge în mod discontinuu, pe porțiuni de țesătură egale cu lungimea cilindrului, care se derolează de pe un sul și după tundere se rolează pe un alt sul. În timpul procesului de tundere țesătura rămîne fixă, iar dispozitivul de tundere fixat pe cărucior se deplasează pe direcția firelor de bătătură, adică de la o lizieră la alta.

20.6.5.4. Agregate pentru scămoșare și tundere

Agregatele de scămoșare și tundere îmbunătățesc calitativ procesul de scămoșare și tundere prin aplicarea alternativă a scămoșării cu tunderea, fapt ce contribuie și la ridicarea randamentului scămoșării. Tunderea intermediară crează condiții favorabile pentru o scămoșare mai avansată.

Agregarea se poate realiza prin amplasarea alternativă a mai multor mașini de scămoșat cu mașini de tundere, în procesul continuu sau a unei mașini de scămoșare cu o mașină de tundere, cu reciclarea țesăturii prin ambele mașini la un anumit număr de pasaje. Se construiesc și agregate complexe pentru procese continue de tundere, călcare, umidificare și decatare (fig. 575).

Mașini speciale pentru tunderea diferitelor tipuri de materiale textile sînt :

— pentru procesele continue de tundere a diferitelor tipuri de țesături din amestecuri de fibre, din fire de lînă pieptănată, se folosesc mașini

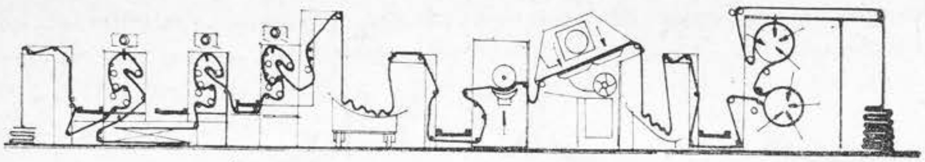


Fig. 575. Agregat continuu, complex pentru tundere, călcare, umidificare și decatare:
1 — mașină de tundere; 2 — mașină de călcat; 3 — mașină de umidificare; 4 — mașină continuă de decatat (Contidec).

cu profile speciale ale lamelor de tăiere, care au diferite unghiuri de înclinare — ușor reglabile (fig. 576);

— în cazul materialelor cu fire flotate, tip frotir, se folosesc mașini echipate cu organe de tundere adaptate acestor materiale, adică cu pasul mai mic între două lame cosecutive (fig. 577);

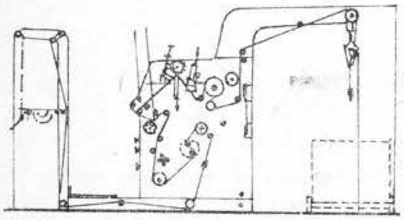


Fig. 576. Mașină pentru tunderea continuă a țesăturilor în amestec din fire pieptănate.

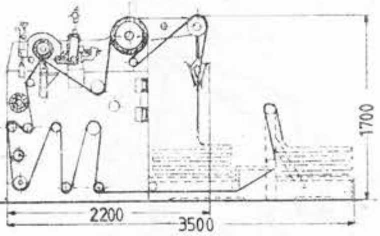


Fig. 577. Mașină pentru tunderea materialelor cu fire flotate tip Frotir.

— prin structura și contextura lor, covoarele impun utilizarea unor cilindri cu diametre mai mari deci cu un număr mai mare de lamele. De asemenea lungimea acestor cilindri este mult mai mare (fig. 578);

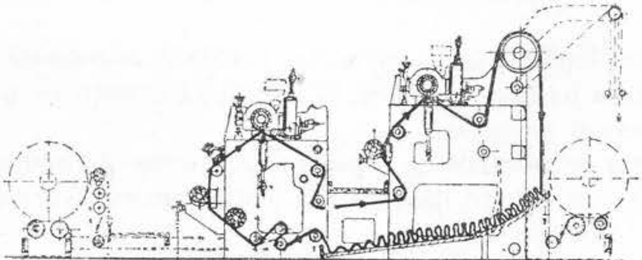


Fig. 578. Mașină pentru tunderea covoarelor.

— materialele nețesute de mare finețe pentru tundere condiționează organe de tundere (mese reglabile de tundere pe direcție verticală și cilindri cu lame ușor rabatabile) de construcție specială (fig. 579);

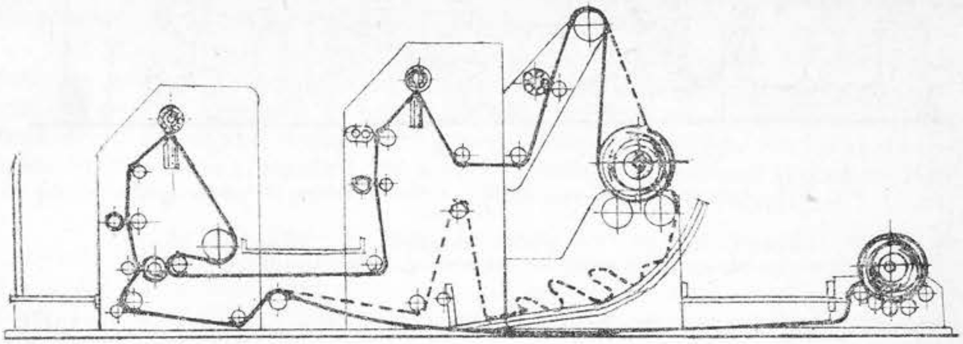


Fig. 579. Mașină pentru tunderea materialelor textile nețesute.

— pentru tăierea catifelei velur, se folosesc mașini speciale (fig. 580) echipate cu dispozitive specifice cu reglarea automată.

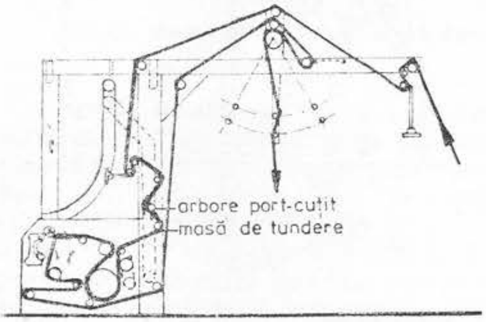


Fig. 580. Mașina pentru tăiat catifea velur, echipată cu sistem de reglare potențiometrică a tensiunii catifelei.

20.6.6. Mașini pentru curățarea suprafețelor materialelor textile

Curățirea suprafețelor materialelor textile de capete de fire și fibre, se poate realiza pe cale mecanică, la mașini cu cilindri cu perii sau prin ardere la mașini de pîrlit.

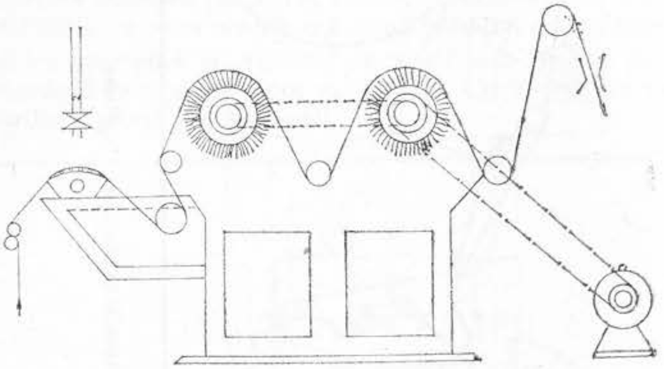
Curățarea de resturile de capsule a țesăturilor de bumbac se efectuează în mașini cu cilindri îmbrăcați în hîrtie abrasivă, care sînt agregate cu mașinile de tuns.

20.6.6.1. Mașini pentru periere și aburire

Aceste mașini se folosesc pentru pregătirea țesăturilor în vederea efectuării altor procese (tundere, scămoșare, etc.) sau pentru operații independente — pentru țesături cu flur culcat. Ele se construiesc cu unul

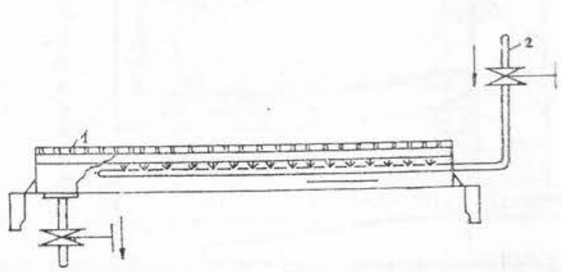
sau doi cilindri cu perii (fig. 581, *a*) care se rotesc în sens invers mișcării țesăturii. În partea anterioară a periilor se amplasează un dispozitiv de aburit (fig. 581, *b*). Țesătura poate fi condusă pentru periere pe ambele părți, sau prin dublă imersare și dublă curățire (fig. 581, *c*).

La unele mașini țesătura poate circula în bandă continuă efectuînd mai multe pasaje cu o viteză de 10—15 m/min (fig. 581, *d*).



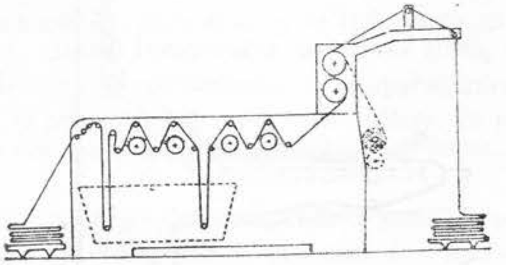
a

Fig. 581. Mașina de curățit cu perii:
a — schema generală a mașinii;



b

b — sistemul de distribuție al aburului: *1* — masă de aburire;
2 — conductă de abur;



c

c — varianta cu dublă imersare și dublă curățire;

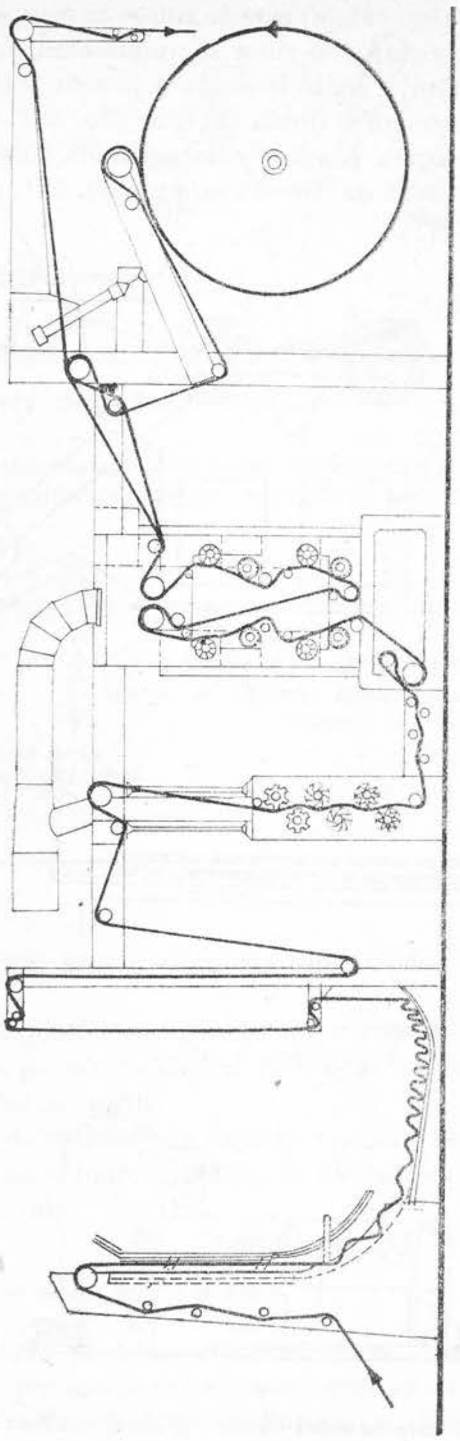


Fig. 581. *d* — varianta mixtă (continuă sau discontinuă) de mare eficacitate.

20.6.6.2. **Mașini de curățit cu hîrtie abrazivă**

Aceste mașini curăță suprafața țesăturilor de bumbac de resturile de capsule ; noduri, fire sau substanțe de încleiere. Ele sînt cu acțiune separată sau agregate cu alte mașini și sînt formate : dintr-un cilindru de cupru alimentat cu abur (prin încălzirea țesăturii impuritățile devin mai friabile și sub acțiunea șmirghelului sînt îndepărtate și nu deformate pe țesătură), mai mulți cilindri acoperiți cu structuri de șmirghel ce se rotesc în sens invers mișcării țesăturii, care se deplasează cu 18—32 m/min, cilindrii de curățire cu perii amplasați după cilindrii cu șmirghel (fig. 582).

Cilindrii cu șmirghel și cilindrii cu perii sînt închiși într-o carcasă metalică racordată la rețeaua unui ventilator. Curățarea cu perii se efectuează pe ambele părți ale țesăturii.

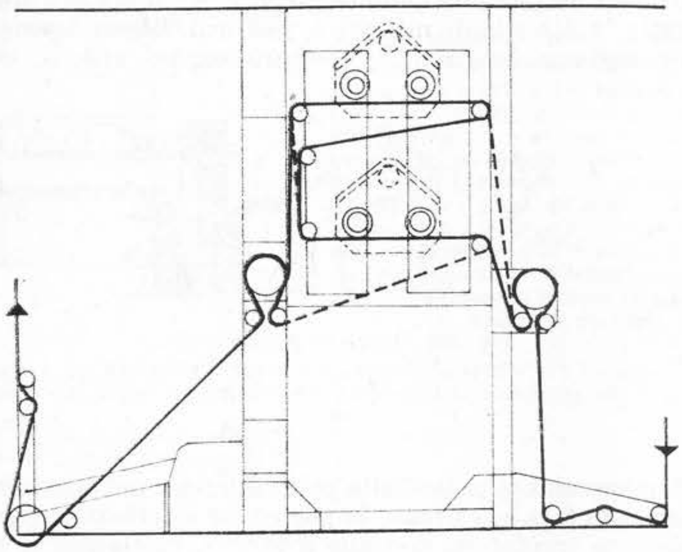


Fig. 582. Mașină de curățit cu cilindri acoperiți cu hîrtie abrazivă.

20.6.6.3. **Mașini pentru curățit prin ardere a suprafețelor materialelor textile**

În procesul de curățare prin ardere, se îndepărtează de pe suprafața țesăturii și a firelor, stratul format din capete de fibre, fibre aderente și capete de fire. Însăși firul după formarea sa în operațiunea de filare nu are o suprafață netedă și prezintă capete de fibre libere. În plus, firele de bătătură dar mai ales cele de urzeală în timpul țeserii datorită frecării se scămoșează.

Arderea stratului de fibre de pe suprafața țesăturii asigură obținerea unor contururi clare ale desenului în procesul de imprimare și totodată împiedică murdărirea ei, datorită reducerii suprafeței mari — aptă pentru murdărire — pe care o prezintă stratul fibros.

Procesul de ardere al stratului de fibre se poate realiza fie prin contactul direct dintre țesătura în mișcare și o suprafață metalică încălzită, fie prin trecerea țesăturii în mișcare prin flacăra unui combustibil.

După forma materialului textil, și după modul în care se execută curățirea, mașinile se împart în următoarele grupe :

— mașini și agregate pentru țesături : cu suprafețe încălzite ; cu flacără obținută în arzătoare ; cu radiații infraroșii ;

— mașini pentru fire : cu suprafețe încălzite electric ; cu flacără.

Mașini de curățit cu suprafețe încălzite

Mașini de curățit cu suprafețe încălzite pot fi în formă de plăci și în formă de cilindri.

Mașinile cu suprafețe în formă de plăci (fig. 583) sînt formate din :

— plăci de ardere confecționate din cupru, bronz sau fontă și așezate consecutiv în direcția de mișcare a țesăturii. Ele au formă bombată, care permite reglarea lungimii de țesătură supusă arderii, cu ajutorul

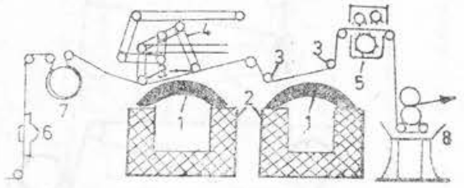


Fig. 583. Mașina cu plăci metalice :

1 — plăci ; 2 — zidărie ; 3 — role de conducere ; 4 — mecanism basculant ; 5 — cilindri cu perii ; 6 — dispozitiv de alimentare și întindere ; 7 — cilindru de uscare ; 8 — stingător de scîntei.

mecanismelor basculante și încălzite prin arderea unui combustibil solid, lichid sau gaze, în focarele situate la partea lor inferioară. Asemenea mașini sînt înlocuite treptat cu mașinile moderne, cu flacără și radiații infraroșii ;

— dispozitiv de stingere a scînteilor, care asigură stingerea capetelor de fibre și fire prin conducerea țesăturii într-o cadă cu apă sau soluție de descleiere, prevăzută cu role de conducere și cu cilindrii de stoarcere. La alte mașini se folosește aburul pentru stingerea scînteilor sau simple role de frînare cu pînză ;

— dispozitiv de curățare cu perii care este format dintr-un număr variabil de cilindrii prevăzuți cu pluș, amplasați pe ambele părți ale țesăturii ; ei au o mișcare de rotație în sens invers sensului de deplasare al țesăturii ;

— uscător cu cilindrii care usucă țesătura înaintea trecerii ei peste plăci, evitîndu-se astfel neregularitățile de ardere a suprafeței materialului textil și formarea funinginei, în cazul arderilor incomplete, cu formarea CO.

căror lungime de contact se poate regla convenabil prin apropierea sau îndepărtarea rolelor de conducere.

Se construiesc și mașini cu doi cilindri așezați consecutiv, cu cîte două zone de contact și rotații în sens invers față de sensul de mișcare al țesăturii (fig. 585).

Pentru menținerea unei temperaturi uniforme și a protejării tablei împotriva temperaturilor înalte, ca și în cazul plăcilor, cilindrii se căptușesc cu material refractar (fig. 586), astfel încît mantaua să nu mai urmărească variația bruscă a temperaturii din focar. Inzidirea interioară a

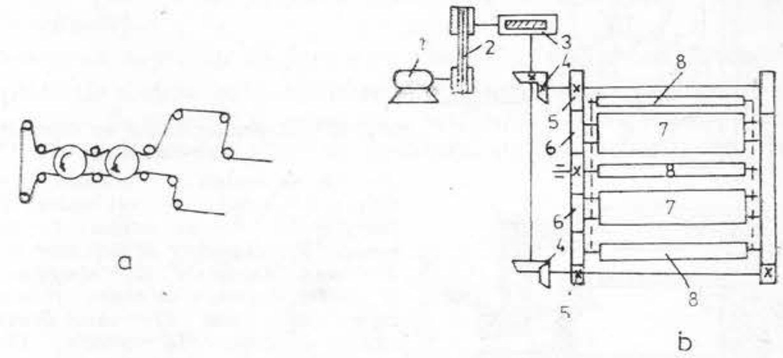


Fig. 585. Mașina cu doi cilindri:

a — schema conducerii țesăturii; *b* — schema cinematică: *1* — motor electric; *2* — curea; *3* — reductor; *4* — roți dințate conice; *5* — galați; *6* — inele de fricțiune; *7* — cilindri de pîrlit; *8* — role de conducere.

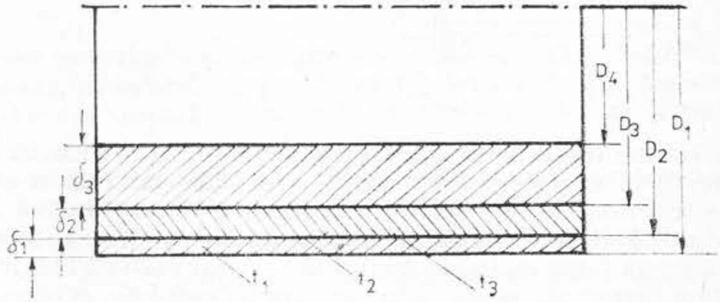


Fig. 586. Construcția cilindrului.

mantalei din oțel se efectuează din cămăși refractare cu indici de refractaritate de 1 580 . . .2 500°C, care trebuie să reziste la șocuri termice și la uzură.

Rezistența la uzură se poate conferi prin aplicarea unei tencueli refractare.

Pentru o porțiune de cilindru cu grosimile de δ_1, δ_2, δ_3 și temperaturile medii t_1, t_2, t_3, corespunzătoare: mantalei metalice, stratului de cărămizi

termoizolante și stratului de cărămizi refractare, lungirile relative termice măsurate în direcția radială pentru fiecare din cele trei zone sînt: ε_{t_1}, ε_{t_2}, ε_{t_3} și lungirile elastice ε_{e_1}, ε_{e_2}, ε_{e_3}.

Aceste lungiri trebuie să satisfacă condiția de echilibru a deformațiilor, adică:

$$\varepsilon_{t_2} - \varepsilon_{t_3} - \varepsilon_{e_2} - \varepsilon_{e_3} = \varepsilon_{t_1} + \varepsilon_{e_1},$$

în care: $\varepsilon_{t_2} = \alpha_2 \cdot t_2$; $\varepsilon_{t_3} = \alpha_3 \cdot t_3$; $\varepsilon_{t_1} = \alpha_1 \cdot t_1$,

unde: α sînt coeficienții de dilatare lineară.

Iar lungirile relative elastice să satisfacă condiția:

$$\varepsilon_{e_2} = \frac{\sigma_{t_2}}{E_2} = \frac{pD_2}{2\delta_2 E_2}; \quad \varepsilon_{e_3} = \frac{\sigma_{t_3}}{E_3} = \frac{pD_3}{2\delta_3 E_3};$$

$$\varepsilon_{e_1} = \frac{\sigma_{t_1}}{E_1} = \frac{pD_1}{2\delta_1 E_1},$$

în care: σ_t — eforturile unitare suplimentare determinate de temperatură;

E_1, E_2 și E_3 — modulele de elasticitate, care se introduc în calcule cu valorile lor la temperatura de lucru a materialului respectiv;

p — presiunea care apare între manta și înzidire.

Se consideră că cilindrul din material termoizolator este supus aceleași presiuni, p, ca și cilindrul din material refractar.

Prin înlocuirea lungimilor relative din relația condiției de echilibru, cu valorile lor, rezultă:

$$\alpha_2 t_2 + \alpha_3 t_3 - \frac{\sigma_{t_2}}{E_2} - \frac{\sigma_{t_3}}{E_3} = \alpha_1 t_1 + \frac{\sigma_{t_1}}{E_1},$$

iar pentru manta se obține:

$$p = \frac{2\sigma_{t_1}\delta_1}{D_1}.$$

După înlocuirea lui p în ecuația lungirilor relative elastice, rezultă:

$$\frac{\sigma_{t_2}}{E_2} = \frac{pD_2}{2\delta_2 E_2} = \frac{E_1}{E_2}\frac{D_2}{D_1}\frac{\delta_1}{\delta_2},$$

și în mod similar din ecuația pentru stratul de cărămizi refractare se obține:

$$\frac{\sigma_{t_3}}{E_3} = \frac{\sigma_{t_1}}{E_3}\frac{D_3}{D_1}\frac{\delta_1}{\delta_2}.$$

După înlocuirea acestor valori în ecuația de bază și după regrupare rezultă :

$$\alpha_2 t_2 + \alpha_3 t_3 - \alpha_1 t_1 = \sigma_{t_1} \left(\frac{1}{E_2} \frac{D_2}{D_1} \frac{\delta_1}{\delta_2} + \frac{1}{E_3} \frac{D_3}{D_1} \frac{\delta_1}{\delta_3} \frac{1}{E_1} \right)$$

și deci :

$$\sigma_{t_1} = \frac{\alpha_2 t_2 + \alpha_3 t_3 - \alpha_1 t_1}{\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \frac{D_2}{D_1} \frac{\delta_1}{\delta_2} \frac{1}{E_3} \cdot \frac{D_3}{D_1} \frac{\delta_1}{\delta_3}} .$$

Valorile lui δ fiind mult mai mici decît valorile lui D, se poate admite că $D_2 \cong D_1$ și $D_3 \cong D_1$ și prin urmare ecuația de mai sus se va scrie :

$$\sigma_{t_1} = \frac{\alpha_2 t_2 + \alpha_3 t_3 - \alpha_1 t_1 ;}{\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \frac{\delta_1}{\delta_2} + \frac{1}{E_3} + \frac{\delta_1}{\delta_3}} ; \quad \sigma_{t_2} \cong \sigma_{t_1} \frac{\delta_1}{\delta_2} ;$$

$$\sigma_{t_3} = \sigma_{t_1} \frac{\delta_1}{\delta_3} .$$

Eforturile unitare de întindere în direcția inelară calculate cu aceste relații, dau valori destul de mari, apropiate de cele admisibile. Datorită elasticității materialului din rosturi ele nu depășesc limitele admisibile atît pentru manta cît și pentru căptușală. În cazul folosirii cărămizilor refractare, care la încălzire suferă dilatări structurale, trebuie să se intercaleze între cărămzi la înzidire, elementele elastice, fie cartoane (care la încălzire se distrug rămînînd astfel loc pentru dilatare în direcția inelară) fie inele de oțel ondulate, care se aplatisează în condiții de exploatare.

În afara efortului unitar determinat de temperatură, mantaua mai tare este solicitată la încovoiere (cilindrul fiind considerat ca o grindă pe două reazime), la forfecare (datorită forțelor transversale) și la răsucire, (datorită momentului de acționare). În ansamblu, cilindrul este solicitat la oboseală ca urmare a variației într-un punct al secțiunii mantalei a eforturilor unitare la încovoiere și a forțelor transversale.

Mașinii de curățit prin ardere cu flacără. În aceste mașini, flacăra pătrunzînd între firele de legătuă efectuează o curățare avansată, scoțînd bine în evidență după ardere, desenul de legătură al țesăturii. Curățarea se poate regla în funcție de calitatea țesăturii, prin conducerea ei cu viteza pînă la 200 m/min, o dată sau de mai multe ori pe o parte sau pe ambele părți, pe deasupra flăcării provenită din arderea unui combustibil gazos sau a unui combustibil lichid gazeificat.

Aceste mașini din punct de vedere constructiv se deosebesc de mașinile cu suprafețe metalice, numai prin dispozitivele de ardere. Dispozitivele de ardere sînt arzătoare adaptate la condițiile curățării țesăturilor, avînd lungimi mai mari decît lățimea minimă a unei țesături obișnuite. În principiu, ele sînt formate dintr-o cameră de fontă prevăzută cu o fantă

de 1—2 mm — pe toată lungimea ei — așezată perpendicular pe direcția de mișcare a țesăturii. Pentru o viteză uniformă de propagare a flăcării pe toată lungimea arzătorului, alimentarea cu combustibil se efectuează pe la ambele capete ale camerei. În unele cazuri, partea superioară a fantei se racordează la un ventilator care aspiră gazele de ardere sau chiar flacăra prin țesătură, în vederea unei arderi complete a capetelor de fibre.

Pereții camerii sînt dubli și printre ei circulă apa de răcire. Arzătoarele se amplasează în plan orizontal sau vertical cu posibilitatea de a pîrli țesătura pe una sau pe ambele părți. Direcția și înclinarea țesăturii față de flacăra de la suprafața superioară a fantei poate fi reglată cu ajutorul rolelor de conducere.

După modul de acțiune al flăcării asupra țesăturii, arzătoarele sînt: descoperite (cu absorbția flăcării prin țesătură) și acoperite (fără absorbția flăcării), în funcție de care sînt clasificate mașinile cu flacără.

Arzătoarele cu flacără descoperită. În camera din fontă (fig. 587, *a*) se trimite cu presiune amestecul gaz-aer, printr-o conductă perforată. Din cameră amestecul trece prin fantă, arzînd cu flacără și curățind prin ardere stratul de fibre al țesăturii ce se deplasează pe deasupra flăcării. În a doua cameră, situată la partea superioară a fantei și deasupra țesăturii, flacăra este proiectată după trecerea ei prin țesătură, ca urmare a absorbției ventilatorului cu care este în legătură camera superioară. Pentru evitarea temperaturilor mari în incinta mașinii, a doua cameră superioară este prevăzută cu pereți dubli, prin care circulă apa de răcire. Pentru curățirea unei game mai largi de țesătură, numărul arzătoarelor montate pe

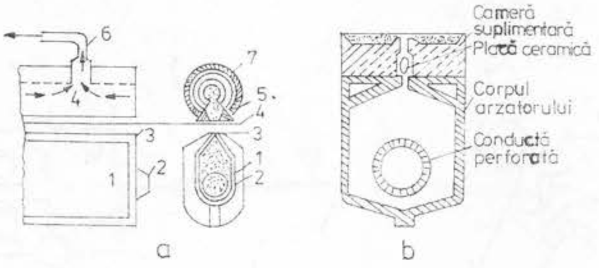


Fig. 587. Arzătoare:
a — cu flacără descoperită: *1* — cameră de fontă: *2* — conductă perforată; *3* — fantă; *4* — țesătură; *5* — cameră superioară; *6* — conductă de legătură; *7* — perete dublu; *b* — cu flacără acoperită.

mașină este de obicei patru, iar al celor în funcțiune, variabil după tipul țesăturii.

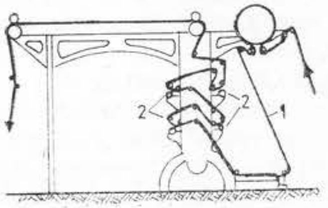
Consumul de combustibil gazos pentru un arzător este de 8—10 m^3/h, însă el poate fi micșorat cu 10—40% în cazul unei pătrunderi a flăcării prin țesătură și a unei prealabile uscări a țesăturii pe un uscător cu cilindri. Reducerea consumului de combustibil este posibilă și prin obturarea părților cu fante, neacoperite de țesătură, prin registre situate la ambele capete ale fantei și la mijlocul ei, în cazul cînd peste fantă trec concomitent două foi de țesătură alăturate.

Arzătoarele cu flacără acoperită (fig. 587, *b*). Se caracterizează printr-o construcție specială care asigură utilizarea mai rațională a energiei calorice, deoarece țesătura vine în contact nu numai cu flacăra ci și cu o suprafață incandescentă a unor plăci din ceramică, așezate la partea superioară a arzătorului. Plăcile din carbură de siliciu au profile speciale atît în partea laterală inferioară cît și la partea superioară. Astfel în partea laterală inferioară cele două plăci formează în continuarea fantei, camera de ardere principală iar la partea superioară fiecare placă prin cele două proeminențe laterale, cu țesătura ce trece pe la partea superioară, formează cîte o cameră suplimentară de combustie.

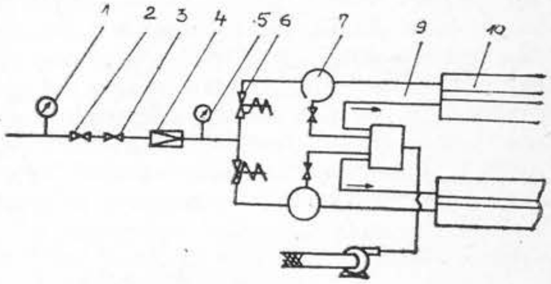
Plăcile ceramice acumulînd o cantitate însemnată de căldură, ce nu se mai pierde în mediul ambiant, prin profilele lor care vin în contact cu țesătura, efectuează și ele arderea fibrelor. În ansamblu, cu ajutorul acestor arzătoare stratul de fibre este ars : de flacăra din camera de combustie principală, de flacăra din camera suplimentară și flacăra rezultată din arderea fibrelor în prezența gazelor calde și a excesului de aer și de nervurile plăcilor.

Încălzirea plăcilor de ceramică favorizează o ardere completă, care contribuie la creșterea productivității mașinii, de aproape două ori și la reducerea consumului de combustibili, cu aproape 80%, în comparație cu arzătoarele cu flacără deschisă.

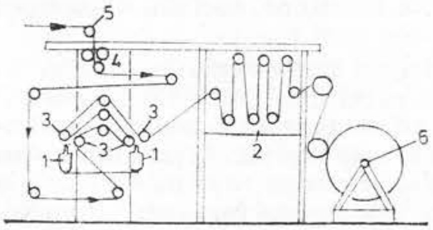
Construcția arzătoarelor exclude posibilitatea trecerii flăcării prin țesătură și prezintă avantaje economice numai pentru țesăturile mai groase, care se curăță pe ambele părți printr-o singură trecere prin mașină. Față de axul transversal al mașinii, arzătoarele sînt așezate simetric pe ambele părți (fig. 588, *a*).



a



b



c

Fig. 588. Mașini de pirlit cu arzătoare :
a — mașină de pirlit bilaterală cu patru arzătoare ;
b — instalația de ardere și pregătire amestec aer-gaz metan : *1,5* manometre ; *2* — ventil gaz ; *3* — ventil de siguranță ; *4* — reductor de presiune ; *6* — ventil electromagnetic ; *7* — cameră de amestec ; *8* — ventil pentru aer de combustie ; *9* — recipient tampon ; *10* — arzător.
c — mașina de pirlit cu stingător de scîntei : *1* — arzător ; *2* — stingător de scîntei *3* — role de conducere ; *4,5* — dispozitiv de alimentare și cilindri cu perii ; *6* — dispozitiv de înfășurare.

Instalația de ardere și pregătire a amestecului aer — gaz metan (fig 588, *b*) primește gazul metan de la rețeaua intreprinderii la presiunea de 2 000 mmH2O, pe care este montat manometrul de control. Gazul metan trece prin ventilul de siguranță, reductorul de presiune, ventilul electromagnetic, spre camera de amestec. După reductorul de presiune este montat al doilea manometru.

Aerul de combustie, filtrat este condus de o suflantă spre recipientul tampon, de unde este distribuit în camera de amestec și apoi direct la arzătoare.

Ventilul electromagnetic deschide numai dacă sînt în funcțiune toate electromotoarele și închide dacă se întrerupe curentul electric sau funcționarea unuia sau a mai multor electromotoare.

Perfecționări în construcția mașinilor de curățit prin ardere. Viteza de trecere a țesăturii prin flacără arzătoarelor variază în limite largi, de la 30 m/min, pentru arzătoarele acoperite, respectiv 50 m/min, pentru cele descoperite, pînă la 200 m/min. Ea depinde și de modul de conducere a țesăturii asupra arzătorului (fig. 588, *c*).

În cazul unui arzător peste a cărui flacără în scopul folosirii mai raționale a flăcării — țesătura este condusă de mai multe ori, cu ajutorul unor lamele de cupru, răcite în interior cu apă — viteza va tinde către limitele inferioare (fig. 589).

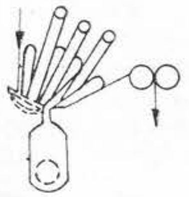


Fig. 589. Arzător cu mai multe treceri ale țesăturii

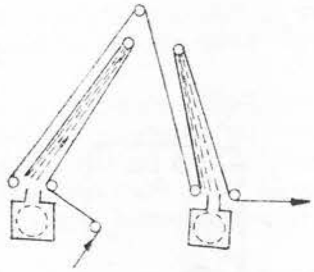


Fig. 590. Arzător Parex.

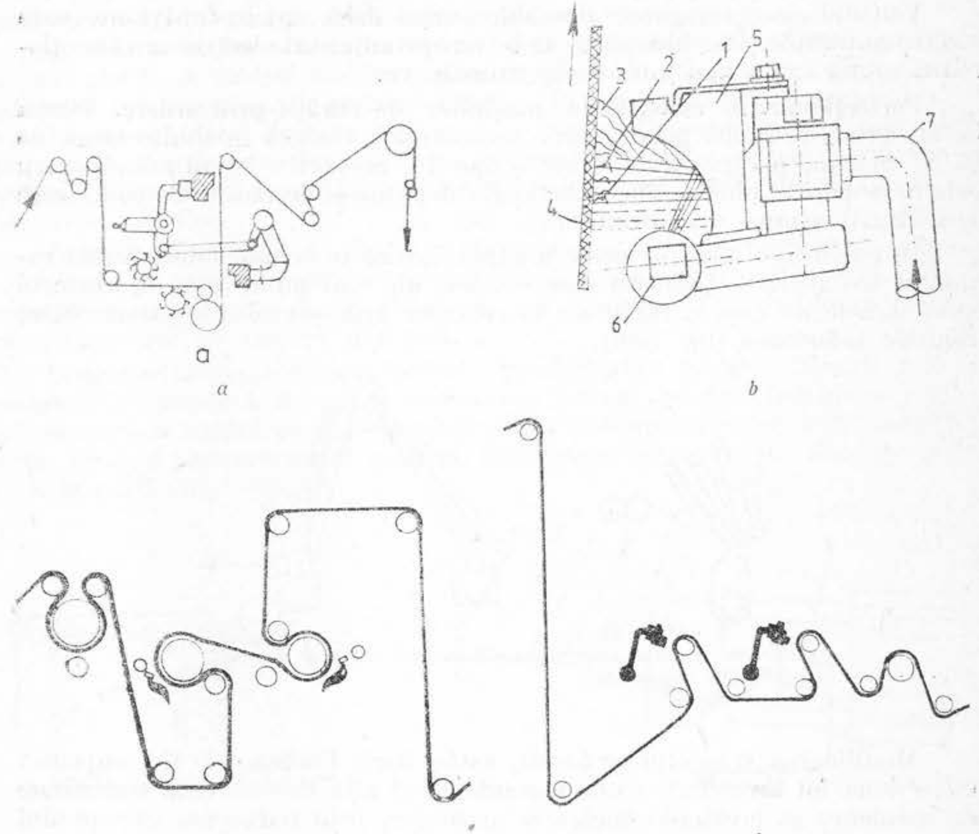
Modificarea traseului țesăturii, astfel încît flacăra să fie cuprinsă între două foi învecinate : una ascendentă și alta descendentă contribuie de asemenea la creșterea eficienței mașinilor, prin reducerea consumului de combustibil. În cazul mașinii Parex (fig. 590) cele două flăcări ale arzătorului vin în contact de patru ori cu suprafața țesăturii. Prin reglarea lungimii flăcării, viteza țesăturii se poate modifica în limite largi, corespunzător calităților ei.

Diferitele viteze ale țesăturii prin mașină se obțin cu ajutorul variatoarelor PIV.

La alte mașini, Osthoff, îmbunătățirile au fost aduse asupra : reglării corecte a amestecului combustibil (gaz metan-aer) în regulatoarele de amestec, în care dozarea se efectuiază în limite precise ; dispozitivelor de conducere automată a procesului de curățire prin utilizarea sistemelor de

aprindere a arzătoarelor; surselor de semnalizare sonoră sau luminoasă; variației debitului apei de răcire pentru arzătoare și reglarea debitului; dispozitivelor de rotire automată a arzătoarelor cu 180° față de țesătură, în momentul opririi mașinii, pentru ca țesătura să nu fie arsă în timpul staționării ei; dotării cu semnalizatoare pentru aer, pentru combustibil și pentru evacuarea gazelor de ardere.

Alte mașini moderne (fig. 591, *a*) sînt echipate cu arzătoare tip carbomatic cu radiații infraroșii și cu flacără reglabilă pentru efectuarea



a *b*

c *d*

Fig. 591. Mașini de curățit prin ardere:

a — schema mașinii Carbomatic; *b* — arzător Carbomatic: *1* — zonă radiații infraroșii; *2* — zonă pîrlire fibre cu flacără reflectată; *3* — zonă pîrlire continuă; *4* — țesătură; *5* — plăci ceramice rezistente la temperatură; *6* — cameră de combustie cu fante pentru flacără; *7* — conductă; *c* — mașina Carbomatic pentru țesături din fibre proteice și tricoturi; *d* — mașina Carbomatic pentru țesături cord.

curățării prin ardere a stratului de fibre de pe toate tipurile de țesături: tip bumbac, tip lînă. Ele se construiesc pentru diferite lățimi de lucru și pot funcționa cu diferite tipuri de combustibili. În fig. (fig. 591, *b*) este prezentată schema de principiu a unui arzător carbomatic. Temperatura superficială poate fi reglată între 100...1 400°C.

Mașinile sînt dotate cu dispozitive moderne : pentru aprinderea automată pentru conducerea lizierelor, depunere, rolare și sînt acționate prin variatoare de viteză comandate de la distanță.

Agregate pentru curățarea prin ardere a materialelor textile. În cadrul agregatelor se realizează în flux continuu două procese de bază : curățareaprin ardere a stratului de fibre pe ambele părți cu arzătoare, urmată de tratarea țesăturii cu soluție de descleiere într-o mașină de tratamente chimice pentru țesături în stare întinsă în lățime (fig. 592).

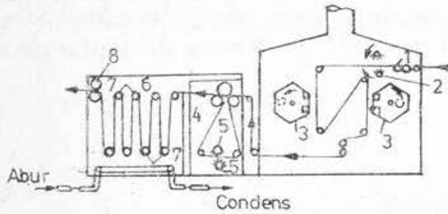


Fig. 592. Agregat pentru curățit cu două arzătoare :
1 — dispozitiv de întindere ; *2* — dispozitiv de periere ; *3* — arzătoare ; *4* — stingător de scîntei ; *5* — conducte perfoarte pentru abur ; *6* — mașină de tratamente chimice ; *7* — role ; *8* — cilindrii de stoarcere.

Mașinile încălzite electric pentru curățirea prin ardere a stratului de fibre. Aceste mașini funcționează pe acelaș principiu ca și mașinile cu plăci metalice, cu deosebirea că arderea stratului se realizează cu ajutorul unor bare din oțel inoxidabil, care sînt chiar rezistențe electrice.

Mașinile pentru curățirea firelor. Pentru tricoturi și broderii, firele trebuie să aibă suprafața netedă. Mașinile sînt de două tipuri : cu încălzire electrică și cu flacără.

Mașinile cu încălzire electrică sînt bilaterale avînd cîte 60 de arzătoare pe fiecare parte. Arzătoarele sînt prevăzute cu un locaș de secțiune corespunzătoare fineței firului cu care în timpul curățirii vine în contact firul (fig. 593) ; conductori electrici de alimentare și cu dispozitive pentru conducerea firului în timpul arderi, pentru introducerea și scoaterea lui din locaș (fig. 593).

Mașinile cu flacără cu arzătoarele amplasate pe ambele părți laterale. Arzătoarele au forma unor țevi verticale perforate (fig. 594, *a*) racordate

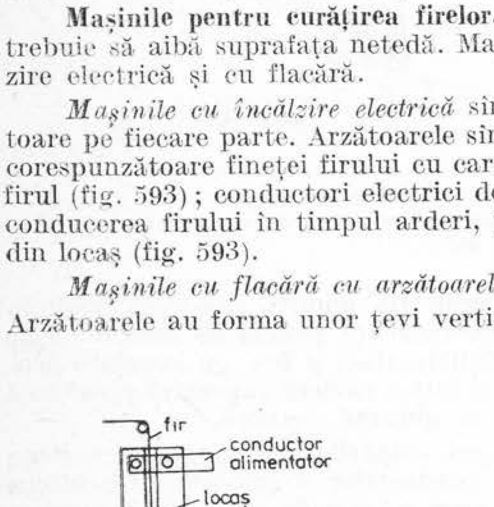


Fig. 593. Dispozitiv pentru fire cu încălzire electrică.

la o conductă orizontală, comună, pentru alimentarea cu amestec de combustibil. În cazul alimentării pe la partea inferioară secțiunea țevii se micșorează spre partea superioară pentru menținerea unui debit constant de

amestec combustibil. Pe direcția longitudinală arzătorul este prevăzut cu o fantă pentru introducerea firului în partea centrală și pentru scoaterea lui. Amestecul combustibil trece prin orificii în partea centrală a arzătorului care servește drept cameră de combustie, unde are loc arderea capetelor de fibre de la suprafața firelor.

Alte arzătoare sînt formate din mai multe porțiuni inelare, suprapuse, prevăzute cu pereți dubli în care se alimentează amestecul combustibil.

În funcție de înălțimea arzătoarelor, produsele de ardere se aspiră pe la partea superioară sau și pe la partea inferioară, de un ventilator racordat la rețeaua de gaze arse a mașinii (fig. 594, *b*). Viteza de deplasare a firului ajunge la 350 m/min.

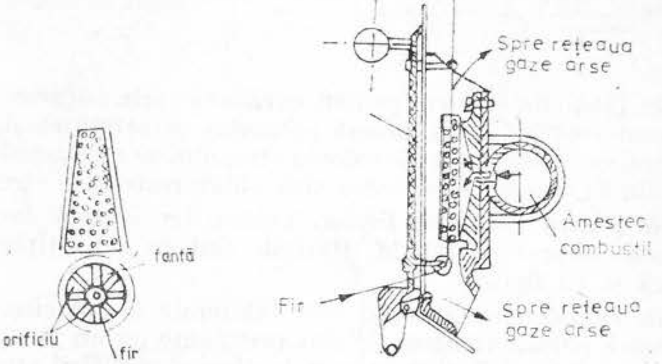


Fig. 594. Arzător pentru fire cu gaze:
a — forme caracteristice; *b* — schema instalației de curățire a firelor prin ardere.

Măsuri de tehnica securității și protecția muncii. Deoarece mașinile de curățat prin ardere prezintă în permanență pericol de incendiu este necesară echiparea subsecției de curățit țesături și fire, cu instalații pentru stingerea incendiului și izolarea ei într-o cameră capsulată prevăzută cu uși metalice și cu ferestre dotate cu obloane metalice.

Controlul riguros preventiv asupra scăpărilor de gaze este necesar să se efectueze săptămînal asupra conductelor și armăturilor acestora și imediata lor etanșare acolo unde apar scăpări de gaze. De asemenea, este necesar controlul automat al proceselor de curățire: cu regulatoare de temperatură, de debit, pentru amestectul combustibil, de dozare exactă a amestecului de gaze — aer, de semnalizare și avertizare a dereglărilor în conductele de alimentare de gaze sau aer.

Rezervoarele și instalațiile care furnizează amestecul combustibil trebuiesc amplasate în camere speciale, rezistente la foc și bine ventilate.

Instalația electrică trebuie să fie bine protejată împotriva exploziilor, iar motoarele electrice să fie capsulate.

În cazul măsurărilor de protecția muncii trebuie să se țină seama de locurile periculoase ca : suprafețe cu temperaturi ridicate, aparate care furnizează amestecul combustibil, etc.

Izolarea personalului din secție de produsele nocive dezvoltate în timpul procesului de curățire ca : gaze de ardere — mai ales oxid de carbon gaze combustibile, praf (rezultat din frecarea materialului textil) se poate realiza prin îngrădirea mașinilor de curățit în camere speciale de beton sau cărămidă acoperite cu tablă izolată, prevăzută cu vizoare și guri de vizitare. La partea superioară înzidirea trebuie să fie dotată cu o hotă racordată la un ventilator.

21. UTILAJE PENTRU MATERIALE TEXTILE NEȚESUTE

Textilele nețesute sînt acele materiale obținute prin consolidarea pe cale chimică sau mecanică a unui suport, constituit din văluri de fibre, de fire (semitort), de țesături, de tricoturi etc.

Denumirea de textile nețesute a fost dată inițial acelor produse care se obțineau direct dintr-un strat de fibre consolidate prin liere.

Tehnologiei de obținere a materialelor nețesute prin liere, treptat i s-au alăturat altele și deci, în noțiunea de nețesute sînt cuprinse toate categoriile de produse care prin simplificarea tehnologiilor clasice de prelucrare, ocolesc complet sau parțial operațiile de filare, sau de tricotare.

Asupra terminologiei însă sînt păreri diferite, de exemplu „textile legate", produse textile realizate din pătura de fibre obținută prin cardare — în straturi de fibre suprapuse așezate întîmplător sau orientate care pot fi combinate cu diferite materiale textile sau de altă natură (țesături, materiale plastice) — și consolidate între ele prin procedee mecanice sau chimice" sau „textile neconvenționale", care cuprind toate materialele textile obținute prin alte procedee decît cele clasice de țesere sau tricotare.

21.1. CLASIFICAREA MATERIALELOR NEȚESUTE

Clasificarea materialelor nețesute se face după diferite criterii:

— *după modul de obținere*: textile nețesute obținute prin consolidarea straturilor fibroase cu adezivi și prin impîslire;

— textile nețesute obținute prin consolidarea unui strat fibros cu ajutorul firelor;

— *după principiul divizării tehnologiilor*:

— prin legarea mecanică;

— prin legare cu adezivi;

— *după natura materiilor prime și gradul de complexitate al tehnologiilor*:

— stadiul de la care se pornește cu materia primă folosită (fibră, fire);

— gradul de complexitate al tehnologiilor;

— forma in care se folosește gradul de legare;

— modul de aplicare al materialelor de legare.

Cea mai generală clasificare este următoarea:

— *nețesute obținute numai din fibre, prin consolidarea mecanică* :

— din fibre diferite amestecate cu fibre termoplastice consolidate prin presare la cald sau cu un liant sub formă de pulberi termoplastice; consolidate cu o folie sau rețea termoplastică;

— din fibre sintetice consolidate cu fibride; prin impislire cu ace și aplicarea operațiilor de contracție la cald, eventual cu presare;

— din diferite fibre inclusiv cel puțin 50% lînă, consolidate prin piuare;

— din fibre termoplastice formate direct pe mașina de consolidare;

— *nețesute obținute din fibre și fire:*

— prin consolidare chimică din fibre consolidate cu fire îmbibate cu un liant;

— prin consolidare mecanică din fibre consolidate: prin coasere-tricotare cu fire; prin tricotare cu fire; prin coasere cu fire; prin lipire cu filamente termoplastice din fibre consolidate prin piuare;

— *nețesute obținute din fibre și un suport textil* :

— prin consolidare chimică : din fibre și un suport textil, consolidarea obținîndu-se prin fixarea fibrelor cu ajutorul unui liant; din fibre și un suport textil impregnat în prealabil într-un liant;

— prin consolidarea mecanică din fibre și o rețea textilă, consolidare a realizîndu-se prin coaserea – tricotarea acestor elemente;

— *nețesute obținute dintr-un suport și o folie de material plastic* :

— cu folii din material plastic cu pori sau fără pori;

— *nețesute obținute din unul sau mai multe sisteme de fire, eventual semifilate* :

— prin legarea unuia sau a mai multor sisteme de fire cu ajutorul unui liant;

— prin împletirea mecanică a două sau mai multe sisteme de fire;

— *nețesute obținute dintr-un sistem de fire (semitort) și un suport textil* :

— prin lipirea pe un suport textil cu ajutorul unui liant sau a unui sistem de fire;

— prin introducerea unui sistem de fire într-un suport textil.

În aceste diviziuni pot fi încadrate diversele tehnologii fără excluderea celorlalte criterii ca : modul în care se aplică liantul (impregnare raclare, stropire) sau tipul de mașină pe care se execută operația de tricotare (Rașel sau mașină circulară).

21.2. Materiile prime pentru nețesute

Materiile prime pentru nețesute, se prezintă sub forma următoare :

— în stare fibroasă, la prima întrebuințare; recuperate din deșeuri de fabricație sau din deșeuri de la confecții;

— fire folosite fie pentru consolidarea pe cale chimică sau mecanică a masei fibroase, fie pentru a realiza direct produsul;

— sub formă de țesături sau tricot cu contexturi ușoare, folosite ca bază pentru realizarea produsului.

21.3. Materiale de liere

Procentul de lianți folosiți în producția nețesutelor, la care fibrele sînt consolidate cu diferiți lianți, atinge uneori pînă la 50% din compoziția produsului finit. Pentru acest motiv lianții pot fi încadrați în grupa materiilor prime.

Lianții se utilizează sub diferite forme: dispersii, soluții, pulberi termoplastice, fibre sintetice termoplaste și fire termoplastice.

După origine materialele de liere, care de fapt sînt substanțe macromoleculare, pot fi: de origine naturală, care cu excepția cauciucului, nu conferă proprietăți dorite; materii prime de origine naturală transformate pe cale chimică; materii prime de sinteză. Ultimele două categorii formează sursa de aprovizionare cu lianți a industriei de sinteză. De altfel, desvoltarea producției netesutelor a fost impulsionată de desvoltarea mare pe care a luat-o în ultimile două decenii sinteza organică. Dintre aceste materiale, produsele macromoleculare din categoria maselor plastice, constituie și pentru netesute, baza de materii prime de mare importanță.

Din grupa lianților din polimeri naturali cu aplicații la netesute fac parte: derivații celulozei, cauciucul natural și derivații săi.

Lianții din polimeri sintetici de policondensare folosiți în această industrie sînt: rășinile fenol — formaldehidice, rășinile aminice și rășinile alhidice. Dintre lianții din polimeri sintetici de polimerizare: rășini pe bază de hidrocarburi alifatice; de polimeri vinilici: derivați ai acidului acrilic și metacrilic; cauciuc sintetic.

Tot din grupa lianților fac parte și fibridele, care constituie un nou tip de liant sub formă de fibre foarte scurte asemănătoare cu celuloza măcinată.

În fabricarea netesutelor liate, se folosesc unele materiale auxiliare sub formă de soluții, suspensii sau spume cu ajutorul cărora se caută să se amelioreze proprietățile produselor. Asemenea substanțe sînt solvenți, plastifianți, emulgatori.

Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească lianții sînt:

— să satisfacă cerințele tehnologiei de fabricare și cerințele de întrebuințare, adică: rezistență mecanică bună, adeziune corespunzătoare, să reziste curățirii chimice la spălări casnice, să reziste la acțiunile atmosferice (căldură, frig, lumină);

— să creeze posibilități de a fi utilizați în cantități cît mai mici cu un efect cît mai mare, ceea ce presupune realizarea unor puncte de legare între fibre cît mai numeroase, adică liantul să fie distribuit cît mai uniform în masa fibroasă și acolo unde aceasta este necesară;

— proprietățile materialului netesut să nu fie influențate negativ de liant și să nu le confere acestora proprietăți asemănătoare textilelor clasice pe care le înlocuiesc (proprietăți elastice, drapaj etc.).

Modul de prezentare al liantului este diferit și anume: sub formă de dispersie în apă sau soluție; de topituri sau dispersii foarte concentrate; folie, pulbere, rețea sau fibre termoplastice.

Sub formă de dispersie sînt: cauciucul natural, cauciucurile sintetice de tipul butadienstiren, butadienacrilonitril, policloropren, poliacrilați, poliesteri ai acidului metacrilic, polimeri și copolimeri vinilici (poliacetat de vinil, policlorură de vinil simplă sau perclorurată), polietilenă, polipropilenă și unele rășini în funcție de domeniul de întrebuințare al produselor.

La utilizarea lianților sub formă de dispersie, o deosebită importanță prezintă migrarea liantului spre suprafața produsului netesut din care cauză straturile interne de fibre rămîn nelegate și se desfac în straturi

prin așa numitul fenomen de delaminare. Evitarea acestui fenomen este posibilă prin conducerea procesului de uscare la început cu temperaturi de maximum 80...85°C sau prin realizarea unei impisliri cu ajutorul unor mașini cu ace profilate.

În alte procese tehnologice se folosește depunerea locală, prin stropirea sau prin impregnarea firelor de consolidare, legarea realizîndu-se prin presare la rece, prin răcirea simplă, uneori printr-o încălzire anterioară. În asemenea cazuri se utilizează dispersii concentrate sau topituri. Topiturile se utilizează mai rar, deoarece conferă produselor o mare rigiditate.

Lianții în stare uscată se folosesc în diferite procese tehnologice, fie sub formă de fibre termoplastice, rețele și folii termoplastice sau pulberi termoplastice.

În toate cazurile, temperatura de înmuiere a liantului poate fi influențată prin aplicarea unui plastifiant prin stropire, cu ajutorul căruia se reușește ca temporar să se reducă cu 20–30°C, temperatura de înmuiere a polimerului.

În cazul fibrelor termoplastice, se recomandă utilizarea fibrelor PVC și a unui plastifiant aplicat prin stropire, sau a fibrelor poliuretanice și polipropilenice, toate avînd o bună rezistență la curățirea chimică. Fibrele policlorvinilice perclorurate, avînd o temperatură de înmuiere mai mică, prezintă totuși inconvenientul că nu rezistă la curățiri chimice.

Principalii parametrii ai lianților care influențează adezivitatea sînt : viscozitatea liantului ; mărirea capacității de umectare a suprafeței fibrei, *p*H-ul dispersiei, gradul de polimerizare al liantului, polaritatea iantului și a fibrelor.

21.4. UTILAJE PENTRU CONSOLIDAREA STRATULUI FIBROS CU LIANȚI

21.4.1. Instalații pentru consolidarea stratului fibros cu ajutorul lianților lichizi

Cele mai răspîndite procedee pentru consolidarea stratului fibros sînt cele cu lianți, în special pentru producerea materialelor nețesute folosite ca auxiliari în confecțiile de îmbrăcăminte și ca articole de uz industrial.

În general, lianții sînt folosiți sub formă de dispersii sau soluții în apă și în foarte rare cazuri sub formă de soluții care necesită solvenți organici, deoarece metodele de recuperarea solvenților și măsurile de protecția muncii și de prevenirea incendiilor complică instalațiile și necesită cheltuieli suplimentare de investiții și exploatare. Procedeele din această categorie se diferențiază între ele prin următoarele caracteristici : metoda de obținere a stratului fibros ; modul de depunere a liantului pe stratul fibros ; sistemul de stoarcere a excesului de liant ; varianta de uscare. În aceste procedee, stratul fibros se poate obține pe cale pneumatică — prin care se formează straturi orientate în lățime sau combinate ; de asemenea prin procedeul aplicat în industria hîrtiei, pe cale umedă. În cazul

formării stratului fibros cu ajutorul cardelor, pentru consolidarea lui se folosesc mașini de împîslit cu ace.

Depunerea liantului lichid se aplică în diferite moduri, în funcție de natura liantului, de caracteristicile produsului finit și de domeniile sale de utilizare prin impregnarea totală ; prin depunere întreruptă, prin stropire, prin spumarea liantului.

Impregnarea totală a stratului fibros în liant. Impregnarea totală cere unele condiții speciale de lucru pentru a se putea realiza un produs de calitate și anume : susținerea stratului fibros pe parcursul său, prin diferite sisteme de benzi transportoare ; menajarea stratului fibros care avînd puțină consistență poate fi ușor destrămat prin agățări sau prin laminări — care survin din cauza neconcordanțelor de viteze liniare între diferite organe în mișcare ale dispozitivelor de depunere a liantului ; lipirea stratului fibros pe diferite părți ale dispozitivului de depunere.

Prin reglarea și controlarea riguroasă a vitezelor liniare ale organelor în mișcare și prin creerea condițiilor pentru evitarea lipirilor pe organele în mișcare, aceste inconveniente pot fi înlăturate.

Lipirile stratului fibros pe diferitele părți ale dispozitivelor de depunere a liantului se pot evita și prin : polizarea și cromarea cilindrilor metalici ; acoperirea cu lacuri de siliconi a organelor în mișcare ; acoperirea suprafețelor cilindrilor cu rășină tetrafluoretilenică.

În fig. 595, *a* este prezentat modul de liere prin impregnarea totală. Într-o altă variantă constructivă (fig. 595, *b*) unghiul pe care îl face banda în interiorul fulardului este mai mic. Prin perechea de cilindri de stoar-

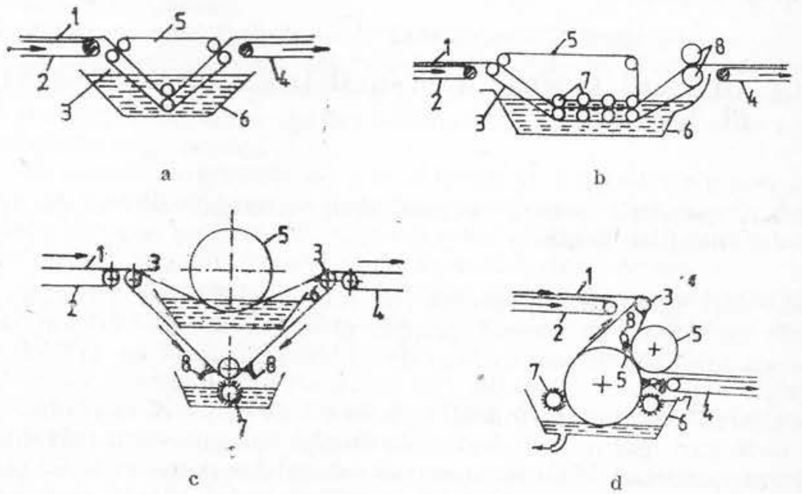


Fig. 595. Variante de liere :
a — prin impregnare : *1* — strat fibros ; *2, 3, 4, 5* — benzi transportoare ; *6* — baie de liere ; *b* — prin impregnare cu recuperarea liantului : *7* — pereche de cilindri de stoarcere sub flotă ; *8* — pereche de cilindrii de stoarcere finală ; *c* — prin impregnare și cu echipament de spălare a benzii : *3* — role ; *5* — cilindru perforat ; *7* — cilindru cu perii ; *8* — conducte perforate pentru curățirea benzii transportoare ; *d* — prin stropire : *5, 5'* — cilindri ; *7* — cilindri cu perii ; *8* — conducte perforate.

cere de la partea superioară a căzii, excesul de liant este recuperat chiar în cadă.

În alte construcţii perfecţionate (fig. 595, *c*), banda este spălată în mod continuu printr-un dispozitiv situat la partea inferioară, evitîndu-se astfel eventualitatea lipirii stratului textil pe banda transportoare. În cada fulardului, un cilindru de diametru mare, confecţionat din tablă perforată sau sită afundat în liant, creează o curbură concavă asupra benzii (care poate fi din cauciuc sau sită) ce transportă stratul de material neţesut. Spălarea se efectuează cu ajutorul unei perii situată într-un fulard, încadrată de două conducte perforate, prin care se debitează sub formă de jeturi apă caldă. Prin rotaţia periei afundată în apă se definitivează procesul de curăţire.

Instalaţii în care liantul este depus din afara căzii pe stratul fibros. În această variantă constructivă stratul fibros (fig. 595, *d*) debitat de o bandă transportoare este predat unei alte benzi de transport din sită de poliamidă. Liantul este pompat în cantităţi dozate prin conducte perforate şi repartizat între cei doi cilindri printre care trece stratul fibros. După stoarcerea de surplusul de liant, stratul fibros este preluat de banda transportoare de la uscător. Banda de transport din sită care circulă peste cei doi cilindri este permanent spălată în partea sa inferioară cu douăperii şi jeturi de apă. Cilindrul inferior este îmbrăcat cu cauciuc iar cel superior este cromat în scopul evitării lipirilor.

Instalaţii cu depunerea indirectă a liantului. De pe banda transportoare (fig. 596) stratul fibros este introduc între cei doi cilindri care

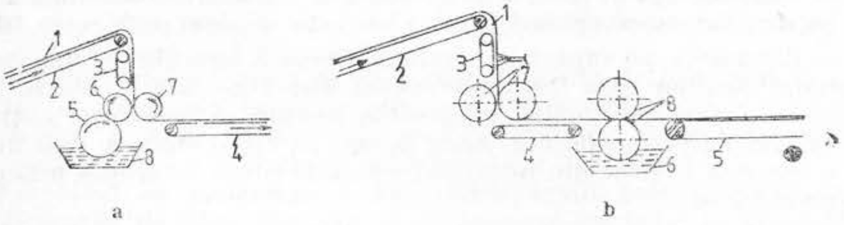


Fig. 596. Variante cu depunerea indirectă a liantului:
a — cu sistem de cilindri transportori: *3* — bandă transportoare; *5*, *6*, *7* — ansamblul cilindrilor transportori de liant şi de stoarcere; *b* — cu cilindri gravaţi: *7* — pereche de cilindri pentru antrenarea stratului; *8* — pereche de cilindrii presori şi gravat.

sînt alimentaţi de un al treilea cilindru situat în cada cu liant. Prin stoarcere liantul pătrunde în stratul fibros, excesul fiind recuperat.

Instalaţii cu cilindri gravaţi. Mai întîi stratul fibros este umezit (fig. 596, *a*) cu un jet de apă şi apoi supus stoarcerii. Liantul este preluat de cilindrul gravat din fulard şi depus pe stratul fibros umezit iniţial cu un jet de apă şi stors — sub acţiunea de presare a cilindrului superior. În funcţie de desenul gravurii se pot obţine diferite grade de consolidare a stratului fibros.

Instalaţii cu sistem de depunere prin stropire. Depunerea se realizează cu ajutorul unor duze. Stropirea stratului fibros se poate efectua cu dispozitive de diferite construcţii:

— un sistem de conducte (1—2) amplasate perpendicular pe stratul fibros şi prevăzute cu duze;

— un sistem de (1—2) duze care execută o mişcare rectilinie alternativă, perpendiculară pe stratul fibros;

— un sistem de mai multe duze, care execută deasupra stratului fibros o mişcare circulară sau elipsoidală, astfel ca să acopere prin stropire întreaga suprafaţă a stratului fibros.

Stropirea separată se exercită pe fiecare văl de cardă care compune stratul fibros, sau se poate exercita pe o parte sau pe ambele părţi ale stratului fibros. Deoarece construcţiile moderne ale duzelor permit o pulverizare foarte fină a liantului, aceste procedee sînt foarte răspîndite. În aplicarea lor trebuie să se acorde atenţie următoarelor probleme:

— presiunea de stropire să nu dezorganizeze vălul sau stratul fibros, situaţie ce se poate evita prin reglarea distanţei duzelor faţă de fibre şi utilizarea unei benzi transportoare permeabile la aer;

— duzele se pot înfunda cu timpul, datorită aglomerării liantului uscat, situaţie în care se poate îmbunătăţi prin utilizarea de duze cromate sau din porţelan;

— amplasarea duzelor sau modul lor de mişcare să se realizeze în aşa fel încît să se acopere în mod uniform întreaga suprafaţă a stratului fibros.

Instalaţii cu depunerea liantului sub formă de spumă. În foarte rare cazuri liantul este depus pe suprafaţa stratului fibros sub formă de spumă şi apoi cu ajutorul unui raclu, cilindru sau perie, surplusul de spumă este presat în interiorul stratului fibros.

Pentru formarea spumei se aplică două metode:

— introducerea în liant a unui spumant şi agitarea puternică a acestuia pentru formarea spumei, care apoi este depusă pe stratul fibros;

— depunerea pe suprafaţa stratului fibros a liantului în amestec cu un produs auxiliar care formează spumă direct pe stratul fibros. Acest mod de depunere este folosit în cazurile în care se urmăreşte obţinerea unui produs cu permeabilitate mare la aer. El este economic însă nu asigură o legare a fibrelor din interiorul stratului fibros în aceiaşi măsură ca la suprafaţa sa.

Stoarcerea excesului de liant se poate realiza: prin presare şi prin aspirare cu vacuum, cu reciclarea surplusului de liant. Stoarcerea prin presare între doi cilindri impune luarea unor măsuri speciale pentru evitarea lipirii fibrelor pe cilindri. Aceasta se realizează prin folosirea unui cauciuc cu siliconi pentru îmbrăcarea cilindrului inferior şi de asemenea polizarea perfectă şi cromarea cilindrului superior. Se preferă îmbrăcarea cilindrului superior cu răşină tetrafluoretilenică.

Stoarcerea cu vacuum a excesului de liant este cea mai indicată pentru cazurile în care adezivitatea liantului nu este prea mare, în stare lichidă şi permite recircularea liantului recuperat cu ajutorul pompelor. Procedeul asigură o porozitate ceva mai bună produselor neţesute.

Uscarea materialelor neţesute se execută în: instalaţii cu radiaţii infraroşii; uscătoare cu clindri; uscătoare cu cilindri perforaţi; în cîmp electric de înaltă frecvenţă; în uscătoare cu aer cald cu mai multe zone.

Alegerea sistemului de uscare se operează în funcţie de metoda folosită pentru depunerea liantului pe stratul fibros şi de natura liantului folosit astfel încît să asigure o uscare uniformă atît în interiorul cît şi în

exteriorul stratului fibros, evitînd delaminarea vălurilor sau mănunchiurilor care compun stratul fibros. Delaminarea (separarea straturilor din văl) reprezintă una din dificultățile cele mai importante în fabricarea textilelor nețesute. Acest defect este în legătură cu tendința de migrare de pe exterior a liantului în timpul uscării, astfel că în interior stratul fibroe rămîne nelegat sub formă continuă sau sub formă de pungi. Această tendință amplificată negativ, în cazul în care se utilizează fibre sintetice care sînt hidrofobe.

Pentru uscare se recomandă procesul în trepte, la început cu o temperatură de maximum 80°C și cu o circulație mică a aerului. Abia cînd materialul mai conține 30—40% umiditate se poate usca cu o temperatură pînă la 100...110°C.

21.4.2. Agregate pentru obținerea nețesutelor

Agregatul clasic este format dintr-o mașină pentru formarea stratului fibros, dispozitivul pentru impregnare, preuscătorul, uscătorul final cu tambur, calandrul, aburitorul, dispozitivul pentru rulare a materialului și dispozitivul de tăiere a marginilor.

Mașina pentru realizarea stratului fibros. Mașina este formată dintr-un tambur cu garnituri rigide și cilindri de lucru în care materialul fibros este defibrat și predat spre prelucrare unui sistem pneumatic de formare a stratului fibros (dublare). După impregnarea pe fulard, stratul fibros este stors la circa 270% greutate și preuscat pe un uscător cu aer cald la circa 70°C pînă la un conținut de umiditate de 15%. Apoi este uscat și condensat la 120...140°C.

Pe agregat se pot prelucra materiale cu lățimi de 1000 mm, la o viteză de 1,6—10 m/min, cu o producție maximă de 100 kg/oră (cu greutatea materialului finit de la 80—200 g/m²). Lungimea agregatului este de 3500 mm, lățimea 3 000 mm și înălțimea de 1 250 mm.

Procedeul de prelucrare a materialelor textile nețesute pentru ambalaje. Deșeurile de fibre liberiene se prelucrează curățate în prealabil de resturile lemnoase. Stratul fibros încrucișat se realizează pe carde. El este trecut apoi într-un fulard de impregnare cu doi tamburi — sită; stors preuscat pe un uscător cu aer cald și uscat final pe un uscător cu tambur. Rezultă un material pentru ambalaj ale cărui rezistențe mecanice pot fi variate în funcție de calitatea fibrei ce se folosește.

Procedeul pentru realizarea materialelor destinate inserțiilor și întăriturilor pentru confecții de diferite greutăți și amestecuri de fibre. Ca liant se folosește dispersie de polibutadienstiren cu conținut de rășină termoreactivă. Produsele realizate au o rezistență ceva mai scăzută la acțiunea oxidanților, a luminii și a căldurii, care se manifestă prin creșterea rigidității și scăderea rezistenței la sfîșiere.

În componența agregatului intră o cardă de lînă de pe care se scoate cu ajutorul a doi cilindri de periere două văluri de fibre, din care unul este transportat cu ajutorul unei benzi transportoare pe deasupra mașinilor; o dublă cardă de lînă așezată perpendicular pe cea precedentă; vălul preluat este depus cu ajutorul unui dispozitiv de periere, între cele două văluri longitudinale livrate de prima cardă dublă; un fulard de impreg-

nare cu dispozitive de stoarcere; un uscător cu aer cald cu trei compartimente supraetajate; o mașină de condensat-vulcanizat și un calandru de călcat.

Agregate continue automatizate. În principiu, în aceste agregate intră aceleași părți componente și anume: utilaje pentru formarea stratului fibros; fulard de impregnare; mașină de stors prin aspirare; dispozitiv mobil pentru stropirea stratului fibros pe lățime, în cazul în care se lucrează cu straturi groase și nu este necesară o impregnare totală a acestora; uscătorul cu mai multe trepte de uscare — care folosește rezistențe electrice pentru a evita migrarea liantului în timpul uscării; compartimentul de condensare sau vulcanizare care diminuiază lipirile.

La alte procedee stratul fibros condus de două benzi de transport confecționate din fibre poliamidice — este umezit cu apă înainte de a intra în fulardul de impregnare. Agregatul permite utilizarea a patru secțiuni de impregnare a stratului; între două site; într-un fulard; între doi cilindri fără site, cilindrul inferior fiind afundat în liant; prin stropire cu duze; prin depunerea liantului direct pe strat sub formă de pătură continuă.

Agregat folosit pentru materiale destinate confecțiilor. Agregatul funcționează după următoarea schemă tehnologică: sulul cu stratul fibros multidirecțional este dublat de banda transportoare la un fulard — cu liant pe bază de dispersie PVC — prevăzut cu un cilindru plutitor (fig. 597). Apoi stratul fibros trece printr-o serie de cilindri de presare care

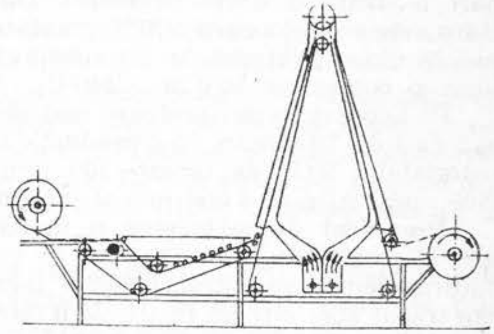


Fig. 597. Agregat pentru nețesute destinate confecțiilor.

obligă aerul să iese din stratul fibros, astfel ca liantul să poată pătrunde în masa fibroasă. Cilindri de stoarcere situați deasupra nivelului liantului din fulard, îndepărtează excesul de liant. După stoarcere stratul de fibre printr-o pereche de role de conducere este dirijat pe banda transportoare — din sită poliamidică — într-un uscător vertical cu două compartimente și dotat cu baterii de încălzire și ventilatoare. În al doilea compartiment se produce gelificarea policlorurii de vinil după care materialul este rolat.

Instalații și procedee pentru nețesute grele. Pe aceste instalații se obțin nețesute grele — pentru scopuri tehnice — formate din straturi fibroase orientate numai în lungime. De pe cilindrul perietor, fig. 598 vălul de fibre este preluat de o serie de benzi transportoare și condus la banda transportoare principală, cu lungimea de cca 50 mm, peste care presează în partea superioară a doua bandă. După stropire printr-un sistem de duze, stratul este presat și stors de banda superioară. Liantul

este stropit pe fiecare văl de cardă — şi poate fi realizat în greutăţi de 20 — 50 g/m² — astfel că prin suprapunerea mai multor văluri stropite cu liant şi presate prin sistemul benzilor transportoare, se obţine un strat fibros de orice grosime. După derulare de pe prima bandă materialul se

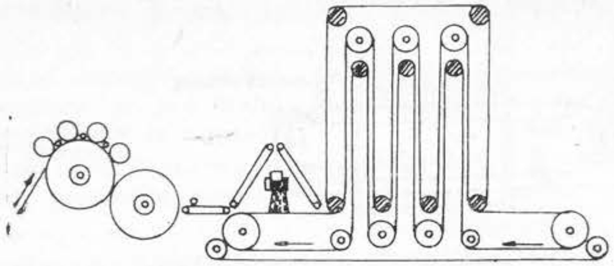


Fig. 598. Agregat pentru neţesute grele unidirecţionale.

înfăşoară pe un sul şi este condus la uscător şi apoi la instalaţia de condensare — vulcanizare.

Procedeul prin pulverizare. Acest procedeu se bazează pe alimentarea concomitentă a stratului de fibre şi a liantului într-o cameră pe la a cărei parte inferioară circulă o bandă transportoare (fig. 599).

Fibrele impregnate cu liant cad de la partea superioară a camerei pe banda care le transportă între doi cilindri de stoarcere, după care stratul textil este rolat. La partea inferioară a benzii transportoare este prevăzut un colector pentru extragerea solventului care apoi este recuperat.

Procedeul pentru textile neţesute termoizolnate, destinate tapiţeriei la vagoane şi pentru autoturisme. Procedeul valorifică deşeurile inferi-

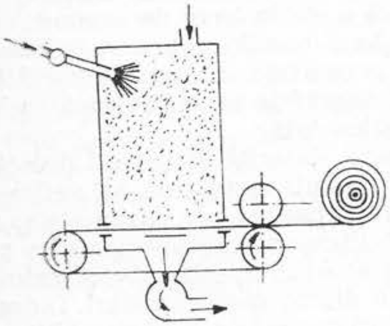


Fig. 599. Instalaţie de alimentare directă, concomitent cu liant şi strat de fibre.

oare. Vălul de fibre desprins de pe perietor este tpreluat de dispozitivul de pliere (fig. 600) şi depus în straturi pe o bandă transportoare pentru formarea stratului fibros. Între vălurile de carde este depus liantul cu ajutorul unei conducte cu duze; stratul este condus apoi în uscător, fiind stropit din nou cu un liant înainte de a intra în uscător. La ieşirea din uscător este preluat de altă bandă transportoare orientată perpendicular pe prima, noul strat fiind apoi stropit cu liant după care intră în uscător. La ieşire materialul neţesut poros are proprietăţi mai bune termoizolante.

Procedeul Ibetext (R.S.R.). Se bazează pe următoarele faze : obținerea vălului pe două carde de bumbac ; plierea și obținerea stratului fibros pe două aparate de pliat, impregnarea cu liant pe o mașină de impregnare — cuplată cu o instalație de vid —, uscare pe un tunel cu arzătoare cu radiații infraroșii și vulcanizarea. Printr-o amplasare convenabilă,

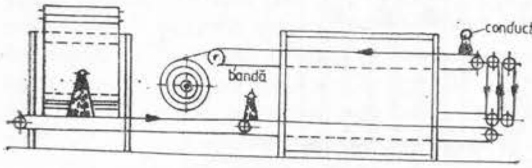


Fig. 600. Agregat pentru nețesute termoizolante.

vălul preluat de pe perietor de o serie de benzi transportoare poate fi depus în straturi de voal în unghiuri reglabile. De la fiecare cardă se depune un număr reglabil de văluri în funcție de grosimea stratului dorit.

21.4.3. Procedee bazate pe umflarea fibrelor

Principiul se bazează pe umflarea (îmbibarea) suprafeței fibrelor cu diverse substanțe chimice care provoacă schimbări ale formei și structurii de suprafață a fibrelor, astfel că se realizează o consolidare corespunzătoare.

Procedeul prin autoadeziune, elaborat de I.C.T. (R.S.R.) pentru stofe de palton, pleduri, inserții pentru confecții, suport mase plastice, calote pentru pălării etc. Prin autoadeziune sau autolipire se aduc în contact două suprafețe din aceleași substanțe pentru a forma legături stabile care să împiedice separarea ulterioară a lor în locul de contact.

Mecanismul autoadeziunii implică două condiții : pentru ca să fie apt la autoadeziune trebuie să aibă o capacitate de coeziune suficient de mare ; prin punerea în contact a două suprafețe ale substanței, trebuie să se producă o suficientă contopire (coalescență).

Polimerii cu grad înalt de polimerizare, datorită structurii deosebite a moleculei, formează o categorie unică de substanțe care au suficientă capacitate de coeziune, dar, și o suficientă capacitate de coalescență. Așa se explică folosirea pe scară largă a substanțelor macromoleculare ca adeziv. Pentru coalescența deplină a două straturi din același lichid este suficient să dispară suprafețele de separație dintre aceste straturi. Datorită mobilității moleculelor lichidelor și stabilirii în straturi a unui echilibru a forțelor moleculare în zona de contact a celor două lichide, această zonă încetează a se deosebi ca structură, imediat după stabilirea contactului. Pentru coalescența a două straturi din aceeași substanță macromoleculară, nu este suficient numai contactul. Este necesar ca în zona de contact să se stabilească continuitatea structurii substanței macromoleculare, adică să se realizeze o aranjare a macromoleculelor în mod asemănător cu oricare altă porțiune din volumul substanței.

Stabilirea structurii în zona de contact poate să se producă prin difuziunea macromoleculelor în întregime sau prin difuziune numai a unor

segmente de macromoleculă. Migrarea moleculelor în întregime se produce cînd contactul straturilor de polimeri are loc la temperaturi mai mari decît temperatura de curgere a polimerului. O asemenea mișcare a moleculelor poate să ducă la stabilirea în zona de contact a unei structuri de același fel ca și volumul polimerului, adică gradul de coalescență devine egal cu unitatea.

Ca rezultat al difuziunii, adică, autoadeziunii macromoleculelor sau segmentelor acestora, se pot stabili legături destul de stabile între straturile de polimer aduse în contact.

Procedeul de autoadeziune este influențat de o serie de factori : durata de contact, presiunea, temperatura, grosimea stratului de polimer.

Soluțiile de apă ale anumitor săruri anorganice aduc suprafața liberă în stare de gel, realizîndu-se autoadeziunea între fibre și deci consolidarea întregului strat fibros.

După suprapunerea fibrelor p.n.a. sau p.a. eventual vopsirea în prealabil în straturi longitudinale și transversale obținute pe mașinile de cardat, la care s-au adaptat dispozitive pentru depunerea transversală a vălurilor de fibre, urmează preconsolidarea transversală a straturilor fibroase, pe mașinile cu ace profilate, printr-un număr de treceri determinat de densitatea ce se conferă materialului; se îmbibă apoi stratul fibros cu soluții apoase de săruri anorganice selecționate, pe un fulard cu mai multe perechi de cilndri; urmează uscarea, respectiv autoadeziunea care se realizează la temperatura de 80...180°C, într-un uscător cu aer cald sau cu radiații infraroșii; spălarea materialului de excesul de sare, respectiv vopsirea, într-o autoclavă cu sul perforat pe care se înfășoară materialul pentru a se evita deformarea lui; urmează operațiile curente din finisarea textilă (scămoșare, tundere, călcare etc.).

Procedeu de obținere a produselor de bumbac similare pîslelor ușoare. Mecanismul prin care se obține consolidarea se bazează pe umflarea (îmbibarea) fibrelor de bumbac cu soluții de săruri anorganice, fapt ce determină creșterea diametrului fibrelor, deci secțiunea lor, scurtîndu-se și în acelaș timp răsucindu-se, formînd ondulații.

Prin această schimbare a structurii fibrelor se produc legături între fibrele învecinate obținîndu-se micșorarea suprafeței stratului fibros, o creștere a grosimii sale și o consolidare variabilă în funcție de concentrația sărurilor folosite. În acest scop, se pot folosi : zincatul de sodiu ; hidroxidul de sodiu. În cazul hidroxidului de sodiu, concentrația poate varia între 8—30%, durata de contact de la 0,5—3 min și temperatura pînă la 250°C.

Stratul fibros se formează pe cale pneumatică, după care urmează : impregnarea lui pe fulard ; stoarcerea prin aspirare ; spălarea ; neutralizarea cu acid acetic sau sulfuric ; stoarcerea ; uscarea.

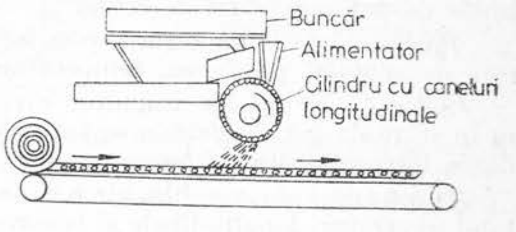
Pentru ca soluțiile de săruri anorganice să poată solubiliza suprafața fibrelor de bumbac este necesar ca acestea să fie supuse procesului de fierbere și albire, adică să fie hidrofile.

Produsele obținute prin acest procedeu se utilizează ca suporți pentru mase plastice, ca vateline, ca articole sanitare și, de asemenea, în cosmetică.

21.4.4. Procedee cu lianți sub formă de pulberi termoplastice.

Pulberea este alimentată continuu (fig. 601) dintr-un buncăr pe un cilindru cu caneluri longitudinale situate într-o carcasă prevăzută cu fantă la periferia inferioară. Reglarea depunerilor se poate realiza prin viteza benzii și a cilindrului cu caneluri. Procesul impune atenție deosebită asupra alegerii fineții pulberii în funcție de finețea fibrelor, pentru

Fig. 601. Agregat pentru nețesute realizate cu liant sub formă de pulbere termoplastică



ca să se realizeze condiții uniforme în toată grosimea stratului fibros. Acest deziderat este satisfăcut prin așezarea dispozitivului imediat după depunerea vălului de către sistemul perietor. Dacă se folosește sistemul de cardare pentru formarea stratului fibros pulberea se depune pe fiecare văl care compune stratul.

21.4.5. Procedee cu lianți sub formă de fibre termoplastice

Ca fibre de bază utilizate în acest procedeu sînt fibrele p.a., p.e. și diverse deșeuri ale acestora. Ele se consolidează cu fibre termoplastice, cînd se folosesc ca fibre de bază fibrele p.e. sau p.a. Se preferă utilizarea ca fibre de legătură a acelorași tipuri de fibre cu temperaturi joase de înmuiere.

Cu creșterea procentului de fibre termoplastice, crește și rigiditatea produsului. Rezistența la rupere este mai mare în cazul cînd fibrele termoplastice sînt mai fine și mai lungi, deoarece se realizează mai multe puncte de legătură.

Un tușeu mai puțin rigid se obține cu fibre fine și foarte scurte. Se preferă procedeul pneumatic de formare a stratului fibros deoarece prin așezarea dezordonată se obține o consolidare mai bună a întregului strat fibros și se înlătură pericolul destratificării produsului.

Cu ajutorul unui dispozitiv pulverizator (fig. 602) se depune sub formă de pulbere fină, un plastifiant care are scopul de a coborî temporar tem-

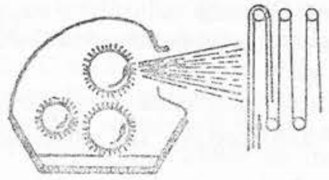


Fig. 602. Agregat pentru nețesute obținute cu liant din fibre termoplastice.

peratura de înmuierea fibrei termoplastice, pentru a se realiza mai ușor consolidarea stratului fibros.

Dispozitivul de pulverizare de tipul unei căzi închise are un sistem de cilindri cu perii care proiectează plastifiantul pe fiecare strat preluat de pe perietor de către benzile transportoare lungi.

În alt procedeu, stratul fibros format pe cale pneumatică este prins între două benzi transportoare. În componența sa, stratul are și fibre termoplastice și este trecut prin trei perechi de cilindri cu presiune, încălziți, realizîndu-se astfel lierea stratului sub acțiunea căldurii și a presiunii.

21.4.6. Procedee cu lianți sub formă de folii sau rețele termoplastice

Produsele realizate prin aceste procedee nu sînt rigide. Ele sînt destinate pentru îmbrăcăminte exterioară.

Două straturi fibroase (fig. 603) sînt alimentate de pe suluri pe benzile transportoare. Între ele o bandă transportoare intermediară alimentează instalația cu folia sau rețeaua termoplastică. Un grup de arzătoare

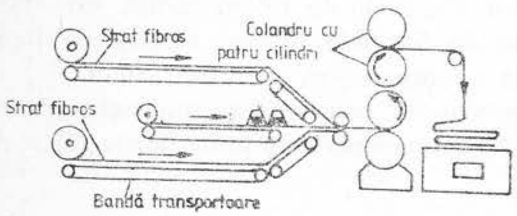


Fig. 603. Agregat pentru materiale nețesute sub formă de folii.

cu radiații infraroșii asigură îmuierea foliei, după care aceasta se unește cu cele două straturi fibroase (superior și inferior) formînd un strat unic. Cu ajutorul unui calandru cu patru cilindri, încălziți se realizează în continuu îmuierea și presarea concomitentă a stratului fibros compus. Asemenea produse obținute cu folie nu au permeabilitate la aer și nu pot fi folosite pentru îmbrăcăminte exterioară, ci numai pentru uz tehnic.

Rețelele termoplastice se obțin din folii cu diferite dispozitive în formă de ochiuri de diferite forme.

21.4.7. Procedee cu lianți sub formă de fibride

Fibridele ca lianți se situează între fibrele sintetice și pulberi termoplastice. Ele se folosesc în procedee asemănătoare fabricării hîrtiei, pentru obținerea anumitor produse textile nețesute. Fibridele se aplică pen-

tru legarea fibrelor sintetice cu aceeași compoziție chimică ca și ele. Se utilizează pentru legarea fibrelor p.a, p.e., fibride p.a., și p.e.

Fibrele sintetice sînt tăiate foarte scurt pentru a forma o suspensie în apă a acestora. Suspensia se menține prin folosirea unui agitator, altfel se formează aglomerări. Cele două suspensii de fibre sintetice și fibride sînt pregătite separat și apoi debitate într-o conductă comună în cantități dozate corespunzător raportului fibre/fibride. Suspensia amestecată este condusă la o mașină de amestecat și format stratul de alimentare.

Stratul fibros (fig. 604) este depus pe o bandă transportoare cu sistem de stoarcere la vid, și apoi la o pereche de cilindri de stoarcere, și în continuare trecut la un uscător. Urmează apoi consolidarea stratului fibros

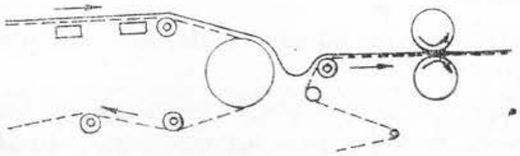


Fig 604. Agregat pentru obținerea materialelor textile nețesute cu liant sub formă de fibride.

prin topirea fibridelor pe calandru. Un raclu de teflon curăță suprafața laterală a cilindrului calandrului de fibridele topite, aderente. Viteza prin calandru este de 6 m/min, la o temperatură de 170. . .205°C.

În fig. 605 este prezentată schemo de principiu a unui calandru cu mai multe treceri. Unul din cilindri este acoperit cu teflon iar ceilalți cu strat elastic.

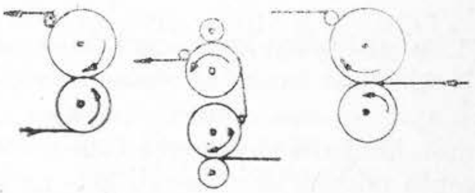


Fig. 605. Variante de consolidare a materialelor textile nețesute cu fibride prin mai multe treceri pe cilindru.

Pentru produse cu tușeu moale în locul clandrelor se folosesc camere termice cu benzi transportoare (fig. 606).

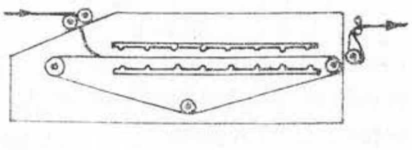


Fig. 606. Schema de obținere a materialelor textile nețesute cu tușeu moale în camere termice cu benzi transportoare.

Ca și pentru celelalte materiale textile și pentru cele nețesute o importanță deosebită prezintă operațiile finale de finisare și în special calandrarea. În fig. 607 sînt prezentate variantele constructive și de lucru ale calandrelor Ramisch pentru nețesute.

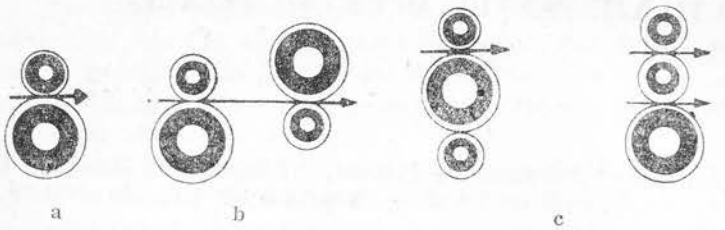


Fig. 607. Variante constructive și de lucru pentru materiale textile nețesute: *a* — calandru cu doi cilindri (cu diametru mic din metal, cu diametru mare elastic); *b* — calandru cu două perechi de cilindri; *c* — calandru cu trei cilindri (doi metalici și unul elastic) și amplasări simetrică și nesimetrică.

22. UTILAJE PENTRU OPERAȚII FINALE

Orice proces tehnologic de fnisare, indiferent de tipul de fibră și de contextura produsului se finalizează prin operațiile de control, măsurare și dublare.

22.1 Rampa de control

Pentru controlul calitativ al produselor finite, cu mici excepții, se folosesc aceleași utilaje ca și pentru cele crude. Tipul reprezentativ al acestor utilaje este rampa de control (fig. 608, *a*) al cărei mod de lucru se bazează pe următorul principiu : trecerea foii de material textil peste o masă inclinată — planșetă de control prevăzută cu sticlă mată —

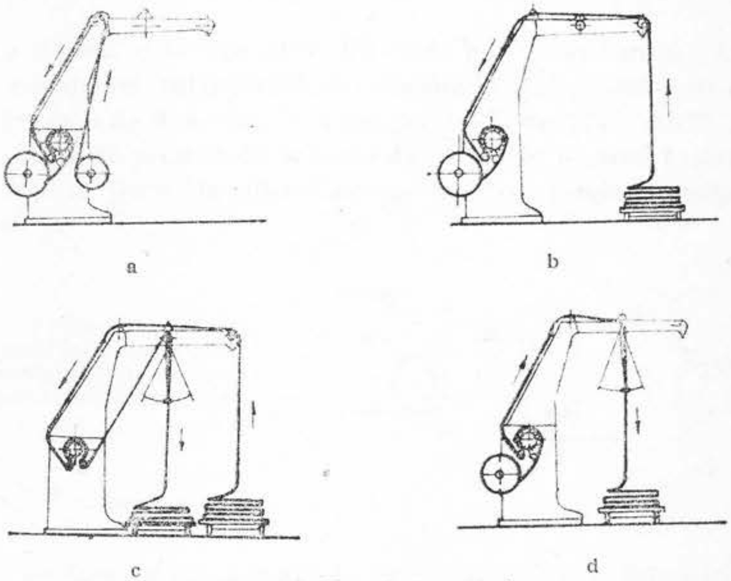


Fig. 608. Rampă de control :

a — alimentare și debitare de pe suluri prin înfășurare-desfășurare ; *b* — alimentare din strat pliat-debitare cu înfășurare ; *c* — alimentare din strat pliat — debitare pliată ; *d* — alimentare de pe sul înfășurat — debitare pliată.

cu ajutorul unei perechi de cilindri, amplasați fie la partea inferioară, fie la partea superioară, urmată de așezarea în falduri cu ajutorul unui depunător pendular într-un cărucior, respectiv platformă, sau înfășurarea pe o rolă.

Pe rampă se execută următoarele operații :

— verificarea și însemnarea (marcarea) defectelor în țesătură (rărituri, fire lipsă, defecte de contextură etc.) ;

— verificarea lățimii materialului ;

— înregistrarea lungimii fiecărei bucăți controlate.

În acest scop, mașina are funcțiuni multiple, fiind dotată prin construcție pentru următoarele posibilități de lucru :

— *controlul la lumină naturală și la lumină fluorescentă*, mașina fiind echipată în acest ultim caz cu :

— o instalație de iluminat cu tuburi fluorescente la o înălțime medie de 1 650 mm, în funcție de înălțimea medie a operatorului ;

— un reflector în interiorul căruia sînt montate tuburile fluorescente pentru asigurarea uniformității cîmpului luminos ;

— o sticlă mată de 550 × 2 600 mm, deasupra sursei de lumină, la nivelul mesei pentru protecția operatorului ;

— un opturator pentru fanta luminoasă, cu ajutorul căruia să se poată controla țesături cu lățimi inferioare lățimii maxime, fără a deranja ochiul operatorului ;

— *metrarea țesăturilor*, mașina fiind prevăzută cu : un sul trăgător cu lungime desfășurată (la o rotație) egală cu 750 mm ; un reductor 1 :1,5 ; un ceas de metrat cu raport de 1 :2 (un metru marcat la două rotații) ;

— *controlul lățimii țesăturii*, masa, avînd o înclinare la 60°, iar la înălțimea de 1 150 mm, este prevăzută cu o riglă gradată în cm și mm cu o lungime de 2 600 mm ;

— *schimbarea vitezei materialului textil* în funcție de calitatea țesăturii, prin intermediul unui mecanism cu două trepte de viteză (8 m/min și 16 m/min), acționat de o manetă, poziționată la înălțimea de 1 200 mm în partea stîngă ;

— *schimbarea sensului de mișcare a materialului textil* în scopul readucerii în zona de lucru a operatorului, a unor defecte de material ce trebuiesc marcate, remediate, sau pentru realizarea operației de control, în sensul de mișcare al materialului — în sus sau în jos — în funcție de forma în care se prezintă materialul, alimentat și debitat (pliat sau înfășurat pe sul) ;

— *pornirea, oprirea și schimbarea de sens*, cu ajutorul unui inversor de sens electric (25 A și 300 V normalizat), cu posibilitatea de acționare de la două manete (după necesitate) prevăzute în fața mașinii în stînga și în dreapta operatorului, la înălțimea de 850 mm. Oprirea se realizează în mai puțin de o secundă ;

— *alimentarea și debitarea în mai multe variante* : alimentare și debitare (de pe suluri prin desfășurare și înfășurare) (fig. 608, *a*) ; alimentare din strat pliat (debitare cu înfășurare) (fig. 608, *b*) ; alimentare din strat pliat cu debitare pliată) (fig. 608, *c*) ; alimentare de pe sul înfășurat (debitare pliată) (fig. 608, *d*).

În acest scop mașina este prevăzută cu următoarele dispozitive :

— doi cilindri care, în funcție de sensul de mișcare a materialului, pot avea, după necesitate rol de înfășurător sau desfășurător. Ei sînt dotați cu : un cuplaj prin fricțiune, care în timpul înfășurării țesăturii pe sul (ce are drept consecință creșterea diametrului sulului) asigură o viteză de rotație variabilă, astfel încît, viteza periferică de desfășurare să rămînă constantă ; un dispozitiv de presiune cu arc, care are posibilitatea de reglare a presiunii pe discurile de fricțiune în vederea obținerii tensiunii dorite între sulul trăgător, care acționează metrarea și sulul de înfășurare ; un opritor cu clichet care, prin schimbare de sens, oprește acționarea sulului de la cuplajul prin fricțiune, în cazul în care sulul are rol de desfășurător ; o frînă cu saboți, cu posibilități de reglare a frînării, pentru obținerea tensiunii dorite între sulul desfășurător și sulul trăgător (care acționează metrarea) ;

— un mecanism de pliere dotat cu : un cilindru cu opritor cu clichet pentru acționarea materialului într-un singur sens ; două brațe de pliere cu role de conducere ; un mecanism bielă — manivelă, cu posibilități de reglare a unghiului de pliere, respectiv a cursei de pliere, între limitele 600—1 000 mm. Mecanismul are și posibilitatea de reglare a cursei de pliere, față de axul de oscilație și de asemenea de decuplare a mecanismului bielă — manivelă, respectiv de oprire a mecanismului de pliere în cazul înfășurării pe sul ;

— o rolă cu opritor clichet pentru acționarea materialului alimentat pliat, într-un singur sens.

22.2. MAȘINA PENTRU MĂSURAT ȘI AȘEZAT FOI DE ȚESĂTURĂ

Mașina este prevăzută cu următoarele mecanisme : de transmiterea mișcării ; de alimentare ; de așezare a țesăturii ; de deplasare pe verticală a mesei cu foaia de țesătură și de control. Viteza de deplasare a foii de țesătură este de 30—50 m/min. Lungimea cursei căruciorului de 1000 mm ; cursa pe verticală a mesei 130 mm.

22.3. MAȘINA PENTRU MĂSURAT — DUBLAT

Mașina este prevăzută cu un dispozitiv pentru dublare în formă de triunghi, pe care țesătura este îndoită (dublată) pe jumătate, pe toată lungimea bucății. Mașina este echipată cu un dispozitiv automat cu pipăitor, pentru îndreptarea marginilor țesăturii dublate (fig. 609).

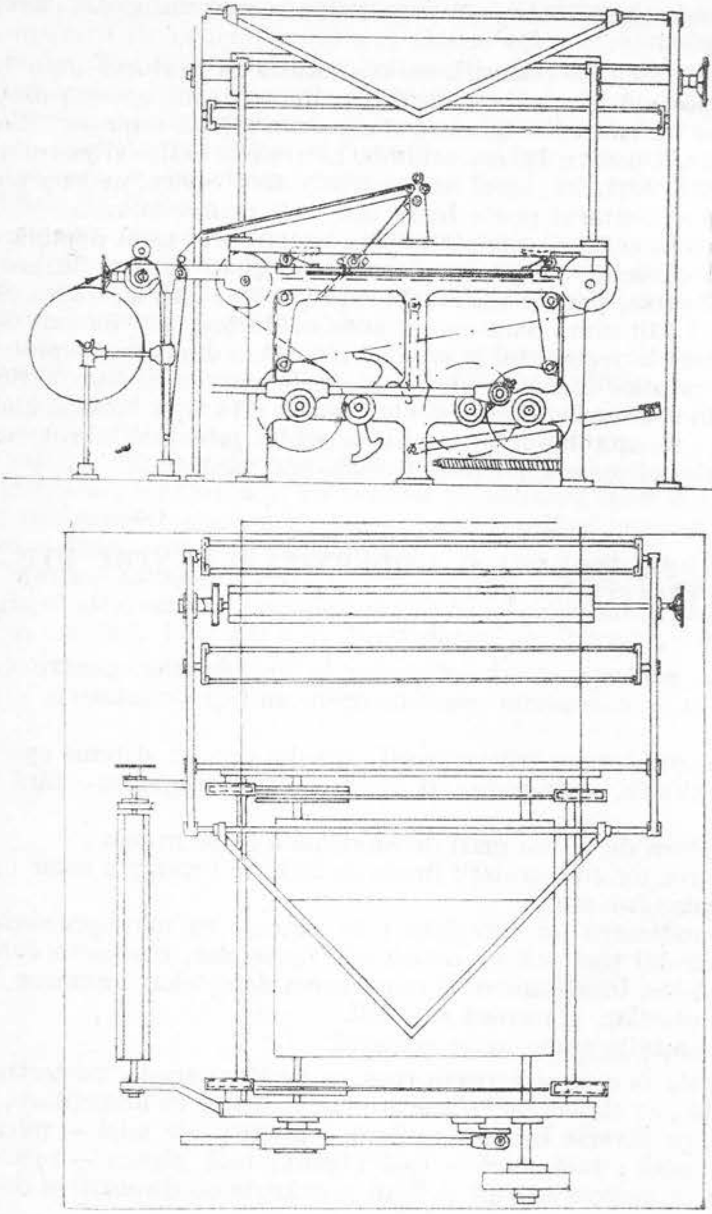


Fig. 609. Maşină pentru măsurat dublat.

22.4. MAȘINA PENTRU MĂSURAT, TĂIAT ȘI DUBLAT

Mașina este prevăzută cu dispozitive corespunzătoare executării celor trei operațiuni.

Măsurarea lungimii țesăturii se efectuează cu ajutorul unui tambur îmbrăcat în postav. Pe axul tamburului este montată o roată dințată — în legătură cu un contor — la rama din partea stîngă a mașinii. Contorul poate da indicații pentru fiecare schimb. El are cinci cifre și poate număra pînă la 99 999 bucăți. În cursul unui schimb, fără oprire, mașina poate da 12 600 bucăți și contorul poate lucra fără a fi readus la zero.

Stringerea bucăților se poate realiza cu ajutorul unui depunător format dintr-un cărucior care se deplasează pe șine. Pentru fiecare tăiere execută două curse, pentru tăierea bucății și cursa în gol. Cursa căruciorului este de 1 410 mm. Scoaterea teancului de țesătură de sub depunător se efectuează în momentul în care căruciorul se deplasează spre mașină. Mașina are pornire dublă; viteza de mișcare a țesăturii fiind de 33—39 m/min; diametrul tamburului 6 mm; turația tamburului 17—21 rot/min; turația depunătorului și a axului principal 30 rot/min. Puterea motorului electric 1,1 kW și turația 950 rot/min.

22.5. PERFECȚIONĂRI ȘI MODERNIZĂRI PENTRU UTILAJELE OPERAȚIILOR FINALE

În cazul perfecționărilor mașinilor și instalațiilor pentru control-metrat — rolat, preocupările constructorilor au fost orientate în următoarele direcții:

— reducerea tensionării țesăturii prin dotarea cu sisteme speciale de centrare — ghidare, antrenarea și oprirea rolei trăgătoare fără inerție de mișcare;

— realizarea de viteze mari de lucru pînă la 80 m/min;

— cuplarea lor cu instalații finale de finisare (exemplu rame de apretat uscat, calandre etc.);

— automatizarea lor completă prin sisteme cu microprocesoare cuprinzînd controlul țesăturii cu detectarea defectelor, marcarea defectelor, tăierea la defecte, înregistrarea și memorarea defectelor, metrarea, rolarea etichetarea sulurilor, gestiunea calității.

Dintre mașinile moderne se remarcă:

— *rampele de control Bastian* (pentru țesături crude, respectiv interfazice și finite), cu sistem de înfășurare hidraulică și cu alimentare, respectiv debitare, pe diverse formate: pliere — pliere; role mici — pliere; rolă mică — rolă mică; rolă mică — rolă gigant; rolă gigant — rolă gigant) putînd lucra în ambele sensuri și fiind prevăzute cu dispozitive de conducere și ghidare;

— *construcțiile* (*Menzel*) la care antrenarea se face cu motor continuu, reglabil prin potențiometru, pentru viteze de înaintare de 0—60 m/min și de mers înapoi cu 0—30 m/min. Diametrul maxim al rolei de alimentare 600 mm; diametrul minim al rolei de debitare 400 mm;

— *maşina Videma* de debitat-metrat-rolat ţesături cu lăţimea de 900—2 000 mm este complet automatizată şi lucrează cu viteză pînă la 100 m/min;

— *maşina Ausim* caracterizată printr-o construcţie modulară, realizează operaţii de control, marcare, tăiere, etichetare, măsurare, ambalare a ţesăturilor şi este complet automatizată. Este compusă din modul de control, dispozitive automate de tăiere la defect, maşină de metrat — rolat, dispozitiv de lipire-presare şi maşină de ambalat. Se realizează marcarea cu etichete autoadezive, metalizate, introducerea etichetelor în suluri, memorarea defectelor, gestiunea calităţii. Se poate cupla cu instalaţiile finale de finisare;

— *maşina Testa* — complet automatizată pentru control — rolare, metrare, ambalare şi descărcarea automată pe paletă. Se poate cupla cu rama de uscat şi fără intervenţia operatorului, pentru metrare, rolare ambalare şi depunerea pe palete;

— *maşina Fontanet* pentru control — metrare-rolare, se remarcă prin posibilitatea de cuplare cu alte maşini finale de finisare, prin intermediul compensatorilor şi prin lăţimi pînă la 3 400 mm, la viteze de lucru de 10—70 m/min, debitînd cîte un sul la fiecare 25 min;

— maşina Sipi-ver-tes complet automatizată, serveşte pentru controlul, metrarea, marcarea şi ambalarea ţesăturilor, fiind dotată în acest scop cu echipament electronic şi programe specifice cum ar fi: display, tastatură, imprimantă pentru etichetat;

— maşina Dema pentru control — rolat — rolat se caracterizează prin reglajul electronic al tensiunii şi metrarea electronică pentru ţesături cu lăţime maximă de 5 000 mm, fiind dotată cu dispozitiv de tăiere.

23. ECHIPAMENTE SPECIALE PENTRU MODERNIZAREA UTILAJELOR

Percurtarea tot mai accentuată a tehnicilor şi tehnologiilor de vîrf în procesarea clasică a materialelor textile, ca tendinţă generală mondială, impune nu numai adaptarea şi modernizarea utilajului clasic, în cadrul acţiunii de introducere a progresului tehnic şi dezvoltării tehnologice ci, şi conceperea, proiectarea şi realizarea de noi echipamente pentru industrie, după testarea la nivel de laborat, pilot şi industrial.

Micul şi inevitabilul decalaj între diferitele faze „laborator — pilot" şi „pilot-industrie" se diminuează an de an, ca urmare a efortului general, comun, depus pe plan mondial de tot mai multe colective de cercetări, care prin pilotarea noilor tehnologii, obţin date experimentale şi mai convingătoare pentru industrie, atît din punct de vedere calitativ şi cantitativ, cît şi al creşterii producţiei. Eforturile comune, ale colectivelor de cercetare, converg tot mai categoric spre intensificarea transferului de masă şi de căldură în vederea reducerilor consumurilor de apă, abur, energie şi a dimensiunilor de gabarit, respectiv a spaţiului de amplasare, cît şi a materialului necesar pentru construcţia utilajelor. Însă şi fiabilitatea redusă a noilor echipamente este decisivă pentru introducerea noilor tehnici în industrie.

★

Se cunoaşte că, iniţial, pentru intensificarea proceselor de finisare s-a folosit, cu ani în urmă, acţiunea diferiţilor agenţi chimici (electroliţi, acceleratori, solvenţi) precum şi a temperaturilor ridicate, pentru ca, în ultimul timp să li se alăture tot mai mult acţiunea fizică sub cele mai variate echipamente de intensificare.

În evoluţia constructivă aceste echipamente s-au ierarhizat după eficacitatea lor astfel: cu agitare mecanică sub diverse forme; prin acţiunea presiunilor joase (a vacuumului); cu strat fluidizat; cu cîmp electromagnetic; prin cîmp magnetic; prin acţiunea cîmpului electric de înaltă frecvenţă; prin acţiunea cîmpului ultrasonor; cu radiaţii infraroşii; prin radiaţii ultraviolete; prin folosirea generatorilor de spumă; cu cîmp de microunde; cu medii de plasmă; cu medii de solvenţi organici; cu medii de amoniac lichid; prin energia laser; prin descărcări electrice (efect Corona); prin transferul stării de agregare (imprimare prin transfer); prin combustia amestecului de solvenţi (Remaflam).

După modul de acțiune în vederea intensificării proceselor de finisare, asemenea echipamente adaptate la utilajele clasice, sau construite în mod special pot fi împărțite în următoarele trei grupe :

— echipamente care vizează creșterea efectului de turbulență ;

— echipamente care acționează prin penetrarea stratului de material textil ;

— echipamente bazate pe transformările de fază și combustie.

23.1. DISPOZITIVE VIBRATOARE

Cu diversele tipuri de vibratoare (prezentate la cap. 9) se urmărește creșterea efectului de turbulență, respectiv modificarea, subțierea sau distrugerea stratului limită pentru majoritatea proceselor hidrotermice de finisare.

23.2. INSTALAȚII BAZATE PE ACȚIUNEA PRESIUNILOR JOASE

Prin acțiunea presiunilor joase are loc penetrarea stratului de material textil de către diferitele soluții de finisare ca urmare a diferenței de presiune pe cele două părți ale acesteia și deci o îmbunătățire a coeficienților de difuzie, în ansamblu intensificîndu-se procesele de descleiere, dezancolare, fierbere, albire, vopsire și apretare. Reglarea parametrilor acestor procese se poate efectua fie prin modificarea depresiunii, fie prin reglarea vitezei de deplasare a materialului textil.

Excluzînd mașina de stors prin aspirarea aerului (vezi cap. 11) prevăzută cu fantă sau cu placă perforată și mașina continuă pentru spălarea linii brute — echipată cu cilindri perforați rotativi, a căror interior este racordat la o rețea de vid, se poate folosi pentru cercetare și instalația din fig. 610, *a*, care poate fi însă transformată în instalație industrială continuă, prin mărirea lățimii de lucru și conducerea foii de material textil pe deasupra suportului perforat (fig. 610, *b*). Prin diferența de presiune între cele două părți ale țesăturii au loc modificări structurale în stratul limită. Sub acțiunea cimpurilor depresive, datorită eliminării aerului din materialul textil are loc un contact mai intim al soluției cu materialul textil.

Instalația cu cimpuri depresive este formată din rezervorul de lucru, prevăzut la partea superioară laterală cu un ștuț de racordare la pompa de presiune.

Instalația este prevăzută cu sistem de încălzire extern — situat sub rezervor — și intern cu rezistență electrică, temperatura fiind reglabilă în trei trepte.

Din echipament mai fac parte o pompă de circulație și o pompă de vid, cadrele (suporturile metalice) montate în colectorul de soluție pe care se pot fixa prin ace una sau mai multe foi de material textil.

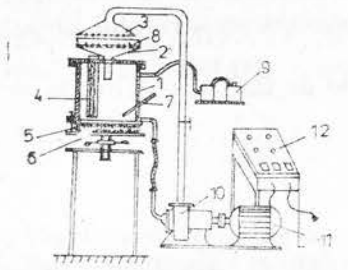
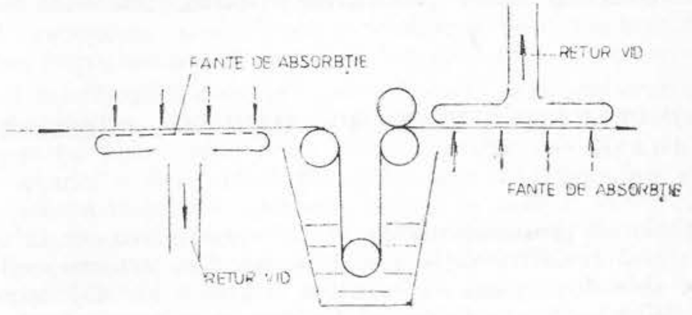


Fig. 610. Instalații bazate pe acțiunea presiunilor joase.
a — instalație discontinuă cu cîmpuri depresive;
b — instalație continuă cu cîmpuri depresive.

a

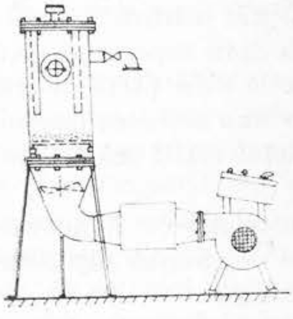


b

23.3. Instalații cu strat fluidizat

Instalația cu strat fluidizat are caracteristica dominantă transferul de căldură ridicat de 70—80 ori mai mare decît în procesele termice clasice de uscare, termofixare, termosolare, policondensare. Asemenea instalații se pot cupla cu fulardele de vopsit.

Fig. 611. Instalație cu strat fluidizat.



O instalație de fluidizare (fig. 611) este formată din coloana de fluidizare, racordată la partea inferioară printr-un difuzor, la sistemul de încălzire, iar partea superioară prevăzută cu un capac dotat cu site mo-

bile, prin intermediul cărora se reglează debitul de aer de refulare. Pe capac este montat un termoregulator metalic. Pe peretele lateral, în partea superioară, este prevăzut un ștuț de refulare cu ventil de reglare, care asigură a doua posibilitate de reglare a debitului de aer refulat.

În interiorul coloanei de fluidizare ($H = 70$ cm; $D = 16$ cm), la partea inferioară se află un grătar de susținerea stratului de nisip cu granulație de 2 mm. Înălțimea optimă a stratului de fluidizare, de regulă, se stabilește în funcție de mărimea granulației nisipului, respectiv dimensiuni de la 0,5 la 7 mm. De capac se pot fixa concomitent două suporturi cu ace, de forma unor cadre dreptunghiulare de dimensiuni 40×15 mm destinate pentru prinderea materialului textil.

La partea superioară a confuzorului este montat un rotor pentru distribuția uniformă a aerului asupra stratului de nisip.

Sistemul de încălzire format din rezistențe electrice, care se pot regla la două trepte de încălzire, avînd o putere totală de 9,24 kW și viteză de încălzire pînă la 50°C, de 15°C/min, pînă la 100°C de 30°C/min, iar pînă la 150°C de 40°C/min.

Ventilatorul, cuplat la bateria de încălzire, are un motor de 1,5 kW și turația de 2 800 rot/min.

Instalația permite stabilirea oricărui regim de temperatură de la 20 la 350°C prin sistemul triplu de reglare (a debitului de aer și a rezistențelor de încălzire în două trepte).

Țesătura, care urmează să fie prelucrată (uscată, termofixată, termosolată), se prinde în acele cadrului de fixare și se suspendă împreună cu cadrul în interiorul coloanei de fluidizare la partea superioară.

Sistemul de încălzire și ventilație se pornește numai după închiderea capacului. Corespunzător operației ce urmează să se efectueze pe instalație se reglează și temperatura de lucru.

Instalația se poate adapta oricărui regim de lucru, de exemplu:

— temperatura se poate regla cu ajutorul termoregulatorului bimetalic în funcție de tipul operației care se execută;

— viteza de încălzire se poate regla prin cele două trepte de viteză de încălzire și prin debitul de agent de fluidizare;

— debitul de agent de fluidizare se poate regla prin sitele superioare.

23.4. ECHIPAMENTE ELECTROMAGNETICE

Aceste echipamente se pot utiliza la orice proces în stare udă al materialelor textile: spălare, curățirea petelor de ulei, descleiere, dezancolare, mercerizare, albire, vopsire.

Procesele în cîmp electromagnetic se bazează pe acțiunea penetrantă alternativă pe direcția perpendiculară a materialului textil situat între plăcile generatorului de cîmp electromagnetic, care modifică structura stratului și substratului limită de la interfața material textil-soluție, intensificînd toate procesele hidrotermice. Utilizarea cîmpului electromagnetic prezintă avantajul reducerii duratei de lucru și totodată a diminuării concentrației de agenți chimici în soluție. Pentru procesul de curățire a petelor de ulei se obțin produse de calitate superioare celor obținute prin

procedeul clasic și se elimină o operație de spălare din flux și deci se reduce consumul de energie electrică și termică.

Dispozitivele electromagnetice generează cîmpuri vibratoare de diferite frecvențe pe care le transmit soluției, care în funcție de intensitate, penetrează foile de țesătură.

Asemenea dispozitive (fig. 612) construite din tole antrenează, în mișcare vibratorie, o serie de lamele feromagnetice imersate în soluția de

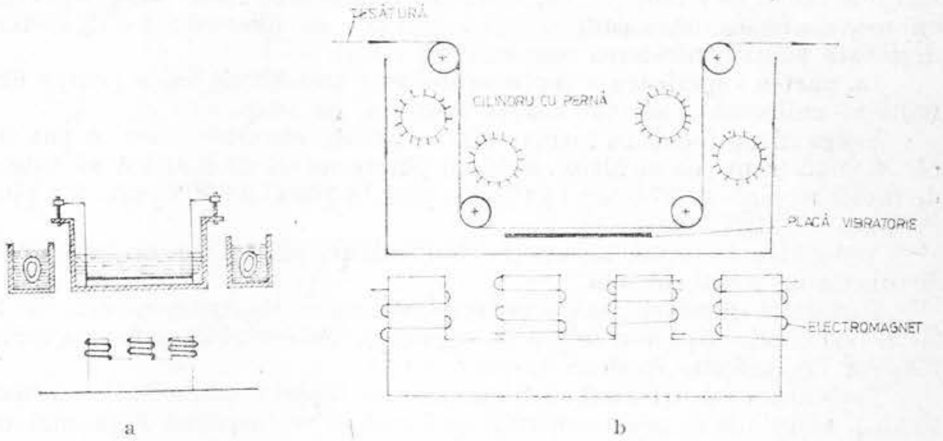


Fig. 612. Echipamente electromagnetice :
a — instalație cu cîmp electromagnetic ; *b* — instalație de curățire cu cîmp electromagnetic.

agenți chimici. Cîmpul de forțe hidromecanice acționează perfect uniform cu o distribuție egală pe fiecare unitate de suprafață și creează în acest fel condiții pentru realizarea unei curățiri uniforme și avansate.

Instalația (fig. 612, *a*) este formată din :

— un electromagnet situat sub cada de tratare format dintr-un ansamblu de tole, care sub acțiunea unui miez feromagnetic — magnetizat de o înfășurare alimentată de curent alternativ — generează vibrații cu frecvența dublă față de frecvența curentului electric ;

— vibratorul care se găsește imersat în cada de tratare este format dintr-o foaie de tablă zincată cu grosimea de 0,5 mm, fixată pe un profil de platbandă cu grosimea de 1 mm, cu ajutorul a două șuruburi cu piulițe. Profilul este solidarizat de cada de lucru prin intermediul unui sistem de reglare cu arcuri, cu ajutorul căruia se poate regla amplitudinea vibrațiilor. Amplasat pe toată lățimea țesăturii, vibratorul transmite impulsuri penetrante sub formă de jeturi perpendiculare pe toată suprafața țesăturii ;

— sistemul de încălzire cu rezistențe electrice ;

— cada de construcție obișnuită este prevăzută cu role de alimentare și conducere a țesăturii prin soluție și de debitare a acesteia ;

— două perechi de cilindri cu perii, fiecare pereche încadrînd cîte o ramură verticală a foii de țesătură pe cele două direcții, descendentă

şi ascendentă. Prin cadă, ţesătura parcurge pe un traseu orizontal lungimea plăcii vibratorie la o distanţă de 5 mm prin intermediul rolelor de conducere-imersate în soluţie — la capetele căzii;

— sistemul de acţionare format din motor şi reductor.

23.5. ECHIPAMENTE CU CÎMP MAGNETIC

Principalii parametri care influenţează procesul tehnologic desfăşurat în prezenţa cîmpului magnetic sînt: temperatura, durata, intensitatea cîmpului magnetic, concentraţia, natura adausurilor şi frecvenţa cîmpului.

Pentru vopsire, datele experimentale, confirmă că intensitatea vopsirii este mai bună în cazul aplicării cîmpului magnetic alternant şi de asemenea cu cît densitatea de împachetare a materialului textil este mai mare, cu atît vopsirea este mai intensă şi se reduce durata de vopsire. Cele mai bune vopsiri s-au obţinut atunci cînd materialul textil a fost situat în gradient de cîmp mare. Cu cît produşii introduşi în sistem au efect paramagnetic mai mare, cu atît intensitatea vopsirii creşte.

În cazul vopsirii concomitente a amestecurilor din bumbac — poliester cu coloranţi de dispersie, cu capacităţi de complexare, prezintă importanţă, ionii metalelor tranziţionale, care au un caracter paramagnetic (Cr^{3+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}) datorită faptului că au un electron impar. Prin introducerea în cîmp magnetic a acestui ion cu capacităţi de complexare se pot obţine: valori descrescătoare pentru coeficienţii de difuzie şi formarea unor complecşi stabili.

Pe cale industrială s-a demonstrat că, prin tratarea soluţiilor de vopsire a materialelor din poliester cu cîmp magnetic creşte solubilitatea colorantului, se modifică conductibilitatea flotei, creşte coeficientul de difuzie a colorantului în interiorul fibrei şi se reduce temperatura de termosolare datorită trecerii sistemului în stare activată.

Pentru tratamentele de neşifonabilizare are loc o distribuţie uniformă a agentului de neşifonabilizare în interiorul fibrei; se conservă integritatea materialului textil şi în acelaşi timp cresc indicii calitativi.

Prin acţiunea combinată a cîmpului magnetic şi laserului se pot obţine rezultate şi mai interesante.

Prelucrarea apei sau a soluţiilor de coloranţi se poate realiza într-o staţie de curent electromagnetic constant (fig. 613) la o viteză de trecere a apei de 2 m/s, peste cîmpul magnetic orientat perpendicular pe traseul apei. Aceasta determină creşterea randamentului coloristic (cantitatea de colorant de dispersie avînd valori cu 27,5% mai mari decît în cazul folosirii apei obişnuite sau a soluţiei de colorant netratată). Randamentul depinde de parametrii magnetici, de mişcarea apei în cîmp, puterea cîmpului, temperatura, durata şi tensiunea cîmpului magnetic.

Cu creşterea amplitudinii creşte şi eficacitatea în funcţie de intensitatea electromagnetului.

Undele magnetohidrodinamice au o acţiune deosebită asupra proceselor hidrotermice. Se cunoaşte că un fluid, conductor electric, ce se gă-

sește într-un cîmp magnetic, determină inducerea unui cîmp electric și a unor curenți electrici. Interacțiunea dintre fluidul conductor parcurs de curenți și cîmpul electromagnetic produs, atît de transportul sarcinilor electrice cît și de sursele exterioare, determină un cuplaj între forțele me-

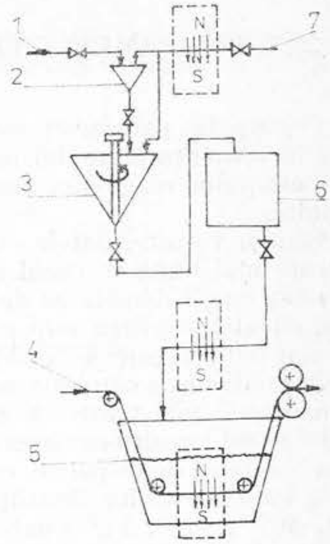


Fig. 613. Instalație cu cîmp magnetic: 1 — colorant; 2 — dozator; 3 — amestecător — dozator cu agitare; 4 — țesătură; 5 — fulard; 6 — rezervor de consum; 7 — apă rece.

canice și cele electromagnetice, rezultînd o mișcare ondulatorie magnetohidrodinamică.

Prin magnetohidrodinamică se idealizează fluidul ca mediu continuu, caracterizat prin parametri microscopici ca vîscozitate, permeabilitate și conductibilitate. Magnetohidrodinamica aplicată la gazele ionizate de densitate mică reprezintă de fapt dinamica plasmei.

23.6. ECHIPAMENTE CU CÎMP ELECTROSTATIC

23.6.1. Probleme generale

Vopsirea în cîmp electrostatic se realizează pe fibre poliesterice prefixate.

Colorantul de dispersie sub formă de pulbere este depus pe materialul textil uscat. Cîmpul electric de înaltă tensiune se aplică între o duză de pulverizare a colorantului și o placă metalică aflată sub materialul textil. Între electrodul de pulverizare și placa metalică apare un curent de ionizare care determină încărcarea particulelor de colorant. Sub acțiunea cîmpului electric de înaltă tensiune, particulele de colorant încărcate electric sînt accelerate spre materialul textil lovindu-l cu o anumită viteză.

Datorită sarcinei electrice cu care ajung particulele pe materialul textil, apare un efect de ecranare electrică care duce la realizarea unei depuneri uniforme a colorantului pe fibră.

Datorită forțelor electrostatice și a formei liniilor de cîmp, particulele de colorant ajung în totalitate pe materialul textil.

Se poate face analogia între vopsirea în cîmp electrostatic și vopsirea prin termosolare, considerînd ca element comun modul de fixare a colorantului pe fibra poliesterică — pe cale termică.

Diferă însă modul în care colorantul este adus pe fibră. În timp ce la termosolare materialul textil, în prima etapă este imersat în dispersia de colorant, la procedeul de vopsire în cîmp electrostatic, colorantul este adus pe materialul textil sub acțiunea cîmpului electrostatic. În timp ce imersarea în dispersia de colorant creiază probleme în ceea ce privește uniformitatea repartizării colorantului, depunerea pulberii de colorant pe cale electrostatică evită acest neajuns. Colorantul se depune în mod uniform și în același timp se realizează un contact intim între particulele de colorant și suportul textil, deoarece particulele de colorant bombardează materialul textil.

Procesul de vopsire în cîmp electrostatic este un procedeu de vopsire uscat. Nu necesită utilizarea apei tehnologice și deci, nici a instalațiilor de epurare a apei reziduale.

De asemenea, nu intervine operațiunea de stoarcere care implică un consum mare de energie. Consumul de energie este redus și la fixarea ulterioară vopsirii, cînd materialul nu conține apă ce trebuie evaporată. Vopsirea în cîmp electrostatic nu necesită consum de acceleratori, substanțe cu preț de cost ridicat și toxice. După vopsire în cîmp electrostatic nu este necesară operațiunea de spălare.

23.6.2. Instalația de vopsire în cîmp electrostatic

Pentru procesul de vopsire al fibrelor sintetice este necesar un utilaj versatil (fig. 614), care să permită varierea în limite largi a tuturor parametrilor ce determină și condiționează mecanismul tinctorial și anume:

— asigurarea unei viteze de derulare constante a materialului în zona duzelor de vopsire;

— posibilitatea varierii vitezei de derulare a materialului în zona de tratament;

— asigurarea unei tensiuni corecte în material, în scopul derulării uniforme și a prevenirii deformării sau ruperii a acestuia;

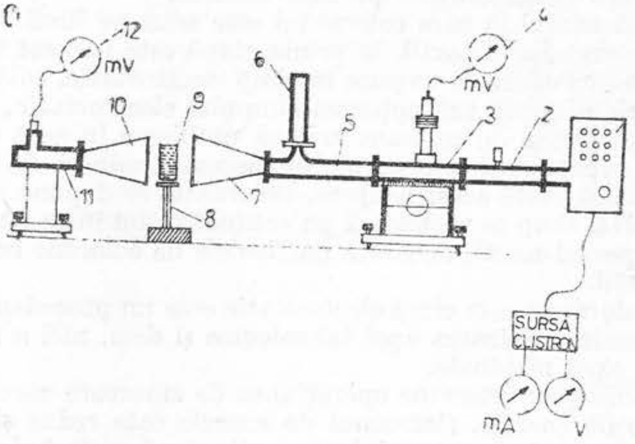
— materialul să fie debitat de pe un tambur și să fie recepționat pe altul după efectuarea tratamentului. Acești tamburi să poată fi înlocuiți cu ușurință;

— utilajul să asigure aerul comprimat necesar pulverizării inițiale a colorantului;

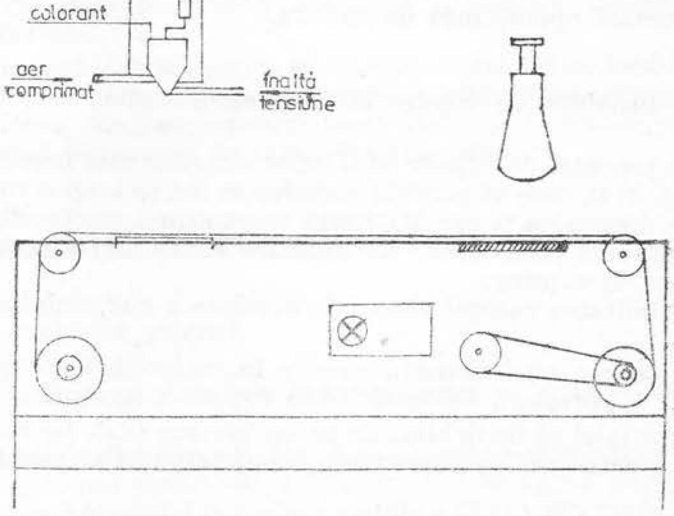
— pe utilaj să existe o zonă cu temperatură ridicată și reglabilă, produsă de un generator de infraroșii, pentru ca în această regiune să se realizeze termofixarea colorantului sau la alte tipuri de tratamente uscarea materialului;

— dispozitivul de pulverizare trebuie să asigure un debit constant de colorant, cu posibilitatea modificării acestuia pentru obținerea unei pulverizări inițiale corecte.

În fig. 614, *b* este prezentat utilajul care corespunde acestor cerințe fiind format dintr-un sistem de transfer al materialului textil, desfășurare uniformă, sistemul de pulverizare a colorantului și sistemul de încărcare al particulelor de colorant.



a



b

Fig. 614. Instalație de vopsire cu cîmp electrostatic:
a — schema generală: *1* — clistron; *2* — atenuator reglabil; *3* — măsurător de undă; *4* — milivoltmetru; *5* — atenuator fix; *6* — sarcină; *7* — antenă horn; *8* — suport probe; *9* — cuvă tratament; *10* — antenă horn; *11* — cap de detecție; *12* — milivoltmetru. *b* — sistemul de alimentare debitare a țesăturii și de pulverizare a colorantului.

23.7. INSTALAŢII CU ULTRASUNETE

Aceste echipamente în scopul intensificării proceselor hidrotermice (de descleiere, fierbere, albire, mercerizare, spălare, vopsire) şi deci a creşterii coeficienţilor de difuzie, se pot adapta la actualele utilaje.

Intensificarea acestor procese precum şi reducerea duratei şi a consumului de coloranţi şi auxiliari chimici, se bazează pe fenomenul de cavitaţie, care constă în ruperea şi refacerea imediată a unui lichid sub acţiunea unor tensiuni suficient de mari sau a unor variaţii rapide şi bruşte de presiune, produse de ultrasunete în lichide la intensităţi mai mari de 1 W/cm^2, adică pe acţiuni compresive şi depresive, care efectuează dispersarea — omogenizarea concentraţiei — şi diminuarea stratului limită de la interfaţa soluţiei — material textil.

Cavitaţia, ca fenomen dominant în lichidele penetrate de ultrasunete, se manifestă prin ruperi şi desfaceri specifice lichidelor, în urma acţiunii rapide a unei bule apărute ca un efect al variaţiilor deosebit de rapide ale presiunii. Apariţia bulelor este mult mai rapidă într-un lichid cu gaz dizolvat, în care există puncte labile de minimă rezistenţă. Asemenea bule cu gaze, poartă numele de germeni sau nucleie de cavitaţie. În prima etapă de formare sub acţiunea unei depresiuni, lichidele îşi măresc volumul prin pătrunderea de gaze sau vapori ajungînd la o anumită mărime, după care în etapa următoare de comprimare bruscă, ca urmare a măririi presiunei, se formează o undă de şoc ce provoacă dispersarea agenţilor chimici în lichide şi uniformizarea concentraţiilor în tot volumul.

Există mai multe ipoteze referitoare la mecanismul formării germenilor cavitaţionali în masa unui fluid şi anume :

— fluctuaţiile calorice care au loc în interiorul lichidului, pot da naştere unor bule mici umplute cu vapori ;

— radiaţiile ionizate pot induce germeni cavitaţionali în lichide aproape de temperatura critică a acestora.

Cavitaţia acustică într-un lichid produce o serie de efecte de natură mecanică, acustică, optică, chimică, biologică.

Efectele mecanice se datoresc presiunilor locale mari ce pot atinge pînă la 10^6 daN/cm^2 şi ele iau naştere în urma imploziilor bulelor de cavitaţie ; efectele acustice se datoresc zgomotelor, perceptibile chiar cu urechea liberă, ce se produc în timpul procesului de cavitaţie.

Efectele acustice sînt cele care dictează unele reguli de construcţie şi proiectare a instalaţiilor de prelucrat cu ultrasunete, referitoare la calcularea lor pentru atenuarea zgomotelor ;

Efecte optice concretizate printr-o emisiune slabă de lumină, numită sonoluminiscenţă, ca rezultat al producerii pe timpul imploziei bulelor de cavitate a unor iluminări de foarte scurtă durată (mai mică de 10^{-8} s).

Sonoluminiscenţa fiind rezultatul cavitaţiei acustice, parametrii fizici care condiţionează apariţia fenomenului de cavitaţie, influenţează şi apariţia fenomenului de luminiscenţă. Intensitatea luminoasă produsă în urma cavitaţiei este influenţată de prezenţa şi intensitatea cîmpului acustic, de viscozitatea lichidului, de natura lichidului şi a gazelor dizolvate în acesta, de tipul de iradiere a fluidului şi de temperatura acestuia.

Apariţia fenomenului de cavitate este condiţionată de presiunea acustică şi de frecvenţă. Pentru o frecvenţă dată, presiunea acustică necesară producerii cavitaţiei depinde de natura lichidului, vîscozitatea şi puritatea lui, de cantitatea de gaze conţinute în el, de mărimile presiunii hidrostatice şi de temperatura lichidului.

Pentru cele mai multe procese o mare importanţă o prezintă fenomenul de difuzie. Există numeroase date experimentale — din alte domenii — care demonstrează că ultrasunetele accelererză procesele de difuzie. Intensitatea acustică, creşterea temperaturii şi presiunea acustică, provoacă amestecarea turbulentă şi distrugerea peliculelor (stratului) limită dintre faza lichidă şi faza solidă, accelerînd procesul de difuzie.

Datorită fenomenului de cavitaţie care produce unde de şoc puternice se poate realiza o bună dispersare a coloranţilor şi auxiliarilor chimici.

Altă acţiune este degazarea în prezenţa ultrasunetelor, care se explică prin rezultatele numeroaselor cercetări care au pus în evidenţă puternicul efect de degazare. Degazarea este favorizată şi de creşterea temperaturii (gazele solubile se adună şi se deplasează spre suprafaţa liberă, iar la atingerea unor dimensiuni suficient de mari se degajă).

Mecanismul procesului de degazare are la bază fenomenul de cavitaţie şi influenţa cîmpului acustic asupra proprietăţilor fizico-chimice ale mediului.

Depoluarea mediului. Conform normelor republicane de protecţia muncii limita maximă admisă pentru zgomot la locurile de muncă este de 90 dB.

După standardele americane, potrivit legii Walsh — Herley, protecţia împotriva zgomotului se referă atît la durata de expunere la zgomot în funcţie de nivelul zgomotului, precum şi la pierderea acuităţii auditive în funcţie de vîrstă.

Pentru prevenirea poluării fonice, literatura de specialitate indică folosirea materialelor fonoizolante ale transductorilor, de tipul foilor de cauciuc elastic, care pot fi aplicate pe pereţii interiori ai carcasei de oţel inoxidabil ai traductorului.

Din datele experimentale ale nivelelor sonore, rezultă că valorile sub 90 dB obţinute în cele mai diverse condiţii de lucru nu impun condiţii restrictive pentru actualul echipament ultrasonor, cu atît mai mult că prin aplicarea unei izolaţii fonice din foaie de cauciuc elastic se va reduce şi mai mult actualul nivel de sgomot.

Parametrii specifici. Conform datelor din literatura de specialitate intensitatea acustică în W/cm^3 nu reprezintă un parametru obiectiv, în sensul că el variază în limite largi în funcţie de volumul soluţiei, respectiv de hidromodul, aceasta în comparaţie cu intensitatea acustică în W/cm^2, care reprezintă un parametru complet, exigent, raportat la suprafaţa efectivă de radiaţie. Pentru toate domeniile (metalurgie, mecanică, medicină, farmacie, chimie) acest parametru se utilizează.

Intensitatea acustică, după datele din literatură, variază în funcţie de tipul generatorului şi transductorului între 0,5—100 W/cm^2.

Aplicaţiile ultrasunetelor sînt dependente de efectele pe care le produc în diferite medii şi care depind de domeniul de frecvenţă :

— frecvenţe joase de 10—15 kHz, caracterizate prin efecte mecanice importante (cavitaţie), efecte termice moderate şi ionizări slabe ;

— frecvențe mijlocii de 50—500 kHz, caracterizate prin cavitație mică, ionizări destul de puternice și efecte termice mai accentuate;

— frecvențe înalte de 500 kHz — 50 MMz, caracterizate prin cavitație redusă, ionizări slabe și efecte termice.

Pe utilajul existent s-a adaptat la jighere un transductor amplasat în interiorul căzii cu acțiune de iradiere orientată în două variante: pe foaia de țesătură în poziție orizontală; pe foaia de țesătură în poziție verticală, în ambele variante, transductorul fiind total imersat în soluție (fig. 615).

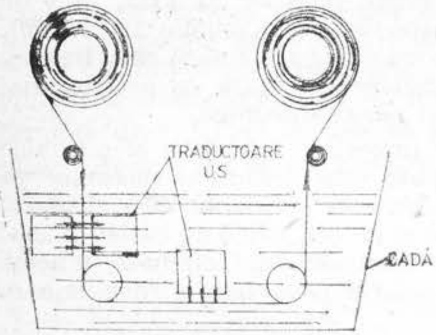


Fig. 615. Amplasarea traductorilor de Us pe jigher.

Integritatea suportului textil s-a urmărit prin modificările în raportul amorf/cristalin, pentru diferite durate de lucru sub acțiunea ultrasunetelor, și prin testările prin tehnici moderne de investigare (ATD, difractograme în raze X) care au pus în evidență asemenea efecte ale US.

Performanțele US s-au urmărit la fază industrială pe două tipuri de țesături (de bumbac și tip bumbac) pentru procesele de pregătire — albire — vopsire.

Din analiza datelor experimentale a rezultat că prin desfășurarea întregului proces de finisare în prezența ultrasunetelor este posibilă obținerea unor materiale textile cu indici calitativi superiori, în condițiile reducerii concentrației de NaOH cu 50%, a concentrației de agenți de albire și coloranți cu 30% și a duratei de tratare cu 20—25%.

Datele experimentale indică faptul că ultrasunetele nu afectează decît în mică măsură integritatea suportului textil, confirmată de difractogramele pentru cele două tipuri de țesături, precum și din spectrele în IR, care de altfel se corelează între ele.

23.7.1. Instalații pentru producerea ultrasunetelor

În general, o instalație de ultrasunete cuprinde un generator de frecvență electronică și traductorul electroacustic.

Generatorul de frecvență furnizează tensiunea cu frecvența și la puterea necesară excitării traductorului care transformă energia electrică în energie acustică a ultrasunetelor produse.

Sistemul traductor cuprinde pe lîngă traductorul propriu zis, elemente de fixare pe utilajul tehnologic, elemente de adaptare acustică, cuplaje

mecano-acustice şi elemente de transfer a energiei acustice, toate proiectate în vederea adaptării şi acordării traductorului la parametrii generatorului precum şi la cerinţele tehnologiei de lucru (intensitate, amplitudine, geometrie, suprafaţă de lucru) în condiţiile pierderii limitei de energie şi a unei bune rezistenţe la uzură şi oboseală.

Traductoarele de ultrasunete sau emiţătoarele de ultrasunete sînt mecanice şi electrice. Cele mecanice transformă energia mecanică (hidraulică) în energie ultrasonoră cu ajutorul fluierelor pe bază de aer, hidrogen sau lichid, realizînd frecvenţa de cîteva sute de kHz sau cu ajutorul sirenelor statice sau dinamice, de frecvenţe pînă la 20 kHz, însă de putere mult mai mare decît fluierele care realizează numai 10 W/cm^2.

Dintre traductoarele electroacustice cele mai răspîndite sînt traductoarele piezoelectrice şi cele magnetostrictive. În afară de acestea mai există şi traductoare electromagnetice şi electrodinamice.

Tradutcoarele piezoelectrice. Unele materiale cristaline şi ceramice au proprietatea ca atunci cînd sînt supuse unei deformări mecanice pe suprafaţa lor apar sarcini electrice, fenomene ce constituie efectul piezoelectric direct. Fenomenul poate avea loc şi invers, adică un astfel de material introdus într-un cîmp electric se deformează producîndu-se în acest caz fenomenul piezoelectric invers. Emiţătorul piezoelectric funcţionează pe acest principiu.

Principalele materiale care pot servi pentru realizarea traductoarelor piezoelectrice sînt : cuarţul, turmalina, sarea Seignette, materialele ceramice, precum şi titanatul de bariu, zirconatul de bariu, titanatul de plumb etc. Frecvent se utilizează materiale ceramice care sînt ieftine, pot fi turnate în orice formă şi au unii parametrii electrici şi mecanici superiori cristalelor. Totuşi, la frecvenţe ridicate şi temperaturi mari de lucru, cuarţul rămîne materialul preferat. Traductorul piezoelectric are forma unui disc format din două plăci, cuprinse între doi electrozi metalici, în care se aplică cîmpul electric alternativ de înaltă frecvenţă. Ultrasunetele sînt emise de către cele două suprafeţe circulare cu o frecvenţă care depinde de natura materialului şi grosimea plăcuţei.

Pentru frecvenţe de ordinul sutelor de KHz se construiesc traductoare bazate pe efect de lungime de undă şi traductoare compuse — care pe lîngă placa din materiale piezoelectrice, mai conţine una sau două piese sub formă de plăci metalice. Pentru frecvenţe mai joase de ordinul zecilor de herţi se construiesc traductoare sub fomă de pachet în care pe lîngă elementul activ se introduce un material de obicei elastic.

Traductoarele piezoelectrice se construiesc pentru o gamă largă de frecvenţe de la cîteva zeci de kHz pînă la zeci de MHz, frecvenţa superioară fiind limitată de grosimea plăcuţei care devine foarte mică. Domeniul puterilor este de asemenea larg, putîndu-se obţine sisteme emiţătoare de mari puteri şi intensităţi, prin montarea mai multor vibratoare şi dispozitive de focalizare.

Traductoare magnetostrictive. Acestea funcţionează pe principiul efectului magnetostrictiv direct care constă în modificarea lungimii unei bare feromagnetice introdusă într-un cîmp magnetic. Principalele materiale utilizate pentru construcţia traductoarelor magnetostrictive sînt : nichelul, permendurul (aliaj de Co-Fe) şi alferul (aliaj de Al-Fe).

Frecvent, traductorii magnetostrictivi se construiesc de tip pachet din tole subțiri de 0,1—0,4 mm avînd profilul asemănător unui transformator electric. Construcția în pachet prezintă avantajul reducerii pierderilor prin curenți turbionari (Foucault), deoarece tolele sînt izolate între ele. Cu asemenea traductoare se obțin frecvențe sub 100 KHz cu o intensitate de pînă la 10 W/cm^2, avînd un randament electroacustic de maximum 50%. În ultimul timp, în țara noastră se obțin materiale ceramice de tipul feritelor cu pierderi electrice foarte mici, rezistență mecanică ridicată, cu randament de 60—80%, care permit ca emițătoarele confecționate din aceste materiale să lucreze la frecvențe ridicate, cu intensități mari. Însă, cîmpul ultrasonor de la suprafața dreptunghiulară a unui traductor pachet are o distribuție uniformă. Pentru a obține în mediu lichid un cîmp ultrasonor distribuit neuniform și pentru a realiza o adaptare optimă a traductorului la mediul de lucru, construcțiile moderne sînt formate din pachete de tole de grosime mică, fixate — prin lipire pe o placă vibrantă din oțel inoxidabil la o anumită distanță — calculată — între ele (fig. 616).

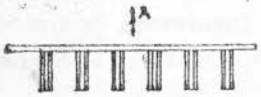
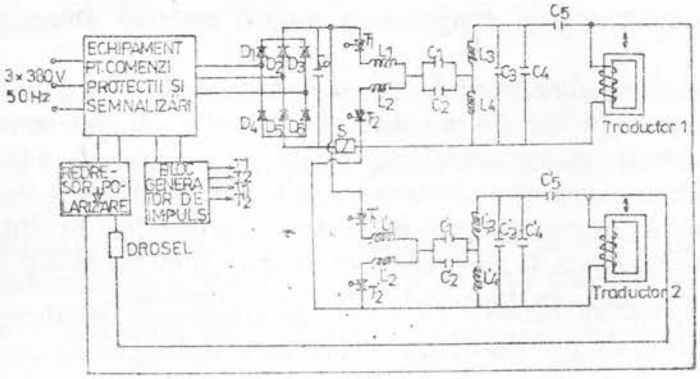
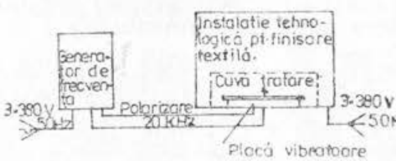


Fig. 616. Sistem traductor pentru mediu lichid.

Generatoarele de frecvență. Reprezintă sursele de energie pentru alimentarea traductoarelor electroacustice (fig. 617). Din punct de vedere



a



b

Fig. 617. Generator de frecvență: *a* — schema electrică de principiu; *b* — schema bloc a instalației de ultrasunete.

constructiv, acestea pot fi electronice, cu tuburi electronice sau cu dispozitive semiconductoare sau maşini electrice (convertizoare cu frecvenţă). Generatoarele cu tuburi se construiesc din ce în ce mai puţin, fiind înlocuite treptat cu generatoarele cu semiconductoare fabricate într-o gamă diversă de puteri şi frecvenţe cuprinse între 10 şi 80 kHz, pe bază de tranzistori de putere sau cu tiristori rapizi. Generatoarele rotative ajung pînă la 250 kW. Generatoarele moderne sint echipate cu sisteme automate de reglare a frecvenţei pentru asigurarea apropierii maxime a frecvenţei generatorului de frecvenţa de rezonanţă a traductorului.

Instalaţia cu ultrasunete pentru foi de ţesătură. În construcţia unei instalaţii industriale cu ultrasunete pentru foi de ţesătură intră:

— *generatorul* (care asigură alimentarea traductorilor magnetostrictivi cu energie de înaltă frecvenţă la parametrii corespunzători) format din:

— blocul de alimentare, care furnizează tensiunea continuă şi alternativă necesară celorlalte etaje;

— etajul oscilator — preamplificator care furnizează etajul de putere, semnalul de excitaţie la parametrii corespunzători (tensiune, frecvenţă);

— etajul de putere — un amplificator care lucrează în regim de comutaţie şi care prin circuitele de ieşire alimentează circuitul traductorului magnetostrictiv. Circuitul, deci realizează alimentarea impedanţelor traductor — amplificator şi compensarea puterii reactive absorbite de traductor;

— *traductorii ultrasonori de tip magnetostrictivi* asigură transformarea energiei electrice în energie mecanică de vibraţie. Ei sînt constituiţi din tole de material magnetostrictivi, fixate pe o placă de adaptare care asigură transmisia energiei ultrasonore în lichid. Traductorii sînt destinaţi pentru a lucra imersaţi în cada de tratamente chimice. Ei sînt prevăzuţi cu înfăşurări electrice de excitaţie şi polarizare şi cu carcasă pentru transferul apei de răcire în timpul funcţionării instalaţiei.

Traductorii echipamentului ultrasonic sînt prevăzuţi cu sisteme de izolare termică.

Echipamentul se caracterizează prin următoarele date funcţionale:

— pentru generatori: tensiunea de alimentare 3 × 380 V la 50 Hz; putere maximă consumată 2 × 2,5 kVA; putere maximă la ieşire 2 × × 2 000 W; frecvenţă de lucru 18—21 kHz;

— pentru traductori: frecvenţa de lucru 19 ± 0,5 kHz; suprafaţă activă 960 × 115 mm; debit apă de răcire 250 l/oră.

Caracteristici constructive: generatorul electronic (lungime 500 mm lăţime 520 mm şi înălţimea 1 200 mm), traductorul ultrasonic (lungime

960 mm, lăţime 115 mm, înălţime 128 mm). Temperatura de lucru de 5...35°C pentru o umiditate maximă de 80%.

Instalaţia cu ultrasunete pentru fire pe bobine. Această instalaţie cu putere de 200 W şi frecvenţă 20 kHz este formată dintr-o cadă din oţel inoxidabil de formă cilindrică cu capacitate de 5 l, intercalată pe traseul de la pompa de circulaţie a soluţiei la aparatul de vopsit. La părţile inferioară şi superioară sînt fixate două traductoare piezoceramice.

În schema electrică (fig. 618) intră ca element principal un transformator, o punte redresoare, generatorul autooscilant cu reacţie în care se urmăreşte frecvenţa de rezonanţă a sarcinei (traductor piezoceramic,

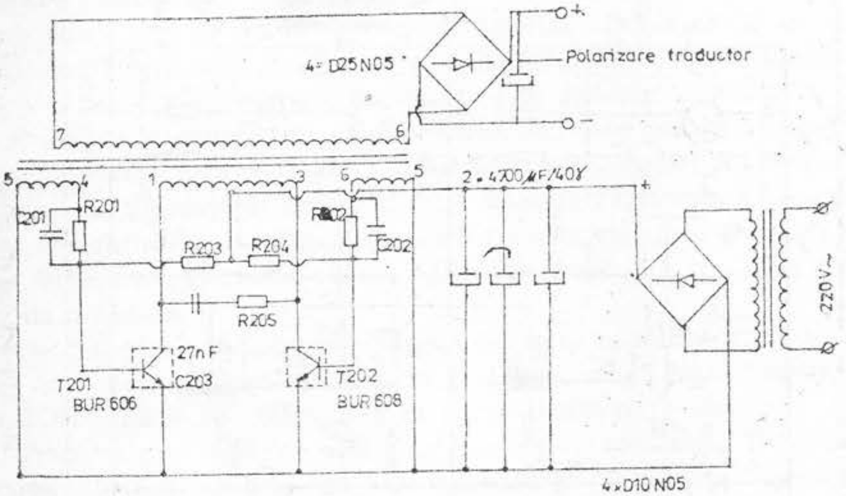


Fig. 618. Inventor pentru polizare — schema electrică.

un transformator de reacţie, un transformator de ieşire. În secundarul transformatorului de ieşire care are rolul de a adapta impedanţa de ieşire a generatorului cu impedanţa sarcinei şi de separare galvanică între generator şi sarcină se găseşte traductorul ultrasonic cuplat prin intermediul unui drosel.

În paralel cu traductorul ultrasonic, este montat un grup de condensatori ai conductorului care asigură acordarea generatorului pe frecvenţa de rezonanţă a traductorului.

Disiparea energiei termice în timpul funcţionării este asigurată de tranzistorii de putere fixaţi pe un radiator. Traductorul propriu-zis este cada de tratamente chimice pe care este prinsă prin lipire, o pereche de traductori piezoceramici (fig. 619).

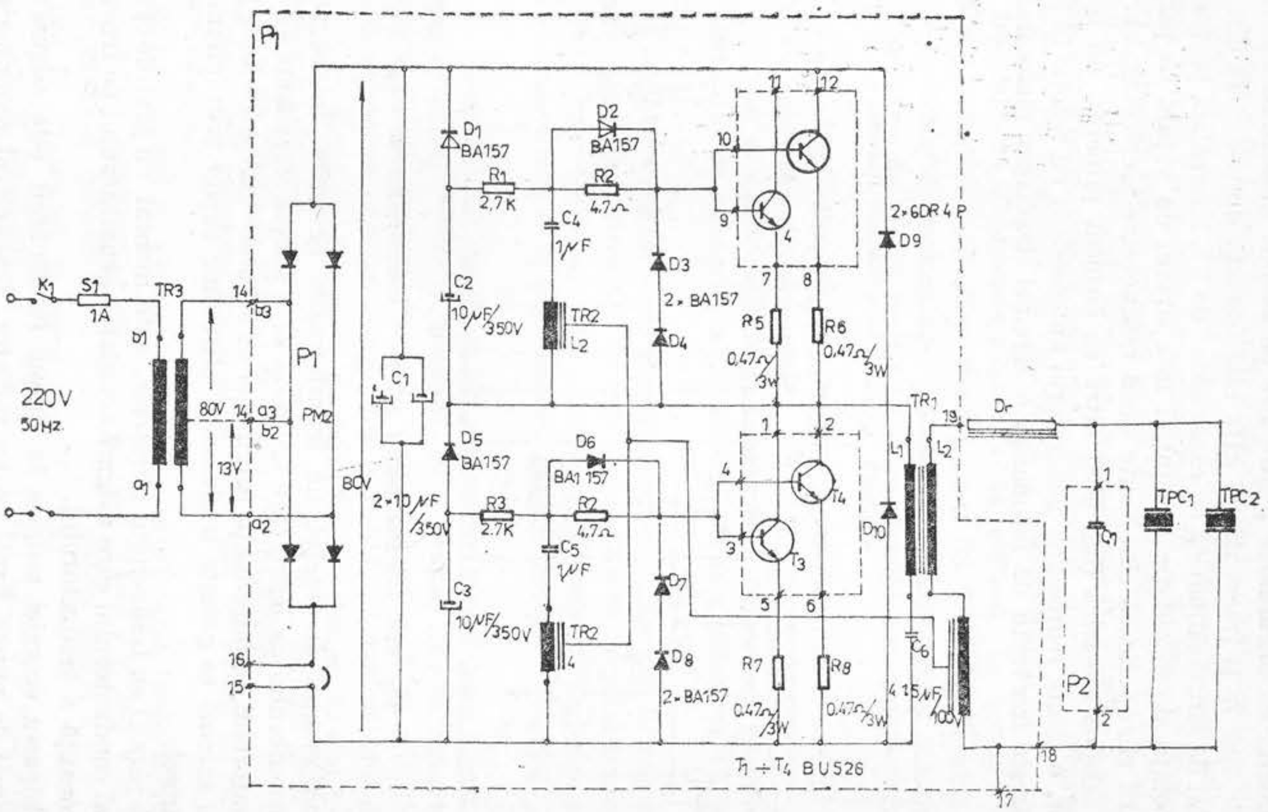


Fig. 619. Schema electrică.

23.8. INSTALAŢII CU MICROUNDE

23.8.1. Probleme generale

Microundele sînt oscilaţii electromagnetice de foarte înaltă frecvenţă (300 — 10 000 MHz) cu caracteristici asemănătoare luminii, cu lungime de undă mică, asemănătoare undelor electromagnetice radio şi sînt utilizate pentru instalaţii radar şi alte dispozitive electronice.

În industrie, se folosesc microunde cu frecvenţa de 2 450 MHz pentru încălzirea diverselor materiale prin pierdere dielectrică. Apa, alimentele şi unele materiale, absorb microundele şi se încălzesc; sticla şi unele materiale plastice le transmit; iar metalele le reflectă. Încălzirea se face prin conductibilitate ionică şi rotaţia dipolică a moleculelor de apă, a constituenţilor fibrelor textile şi a agenţilor chimici. Microundele sînt absorbite selectiv de materialele cu pierdere dielectrică mare.

Principalele proprietăţi ale microundelor, care prezintă importanţă pentru sectorul industrial, sînt: reflectare bună către suprafeţele conducătoare; la suprafaţa de separaţie între dielectrici sînt reflectate şi refractate; absorbţia lor de către dielectricii caracterizaţi prin pierderi; orientarea bună cu ajutorul antenelor, oglinzilor parabolice şi a altor dispozitive de orientare.

Ca domeniu a radiotehnicei, microundele se extind pe o gamă de lungime de undă cuprinsă între 1 m şi 1 mm, adică între frecvenţele de 300 MHz pînă la 300 GHz, fără ca aceste limite să fie rigide.

Transmiterea undelor electromagnetice se realizează fie prin propagarea liberă în spaţiu — metodă aplicată în radiodifuziune — fie prin propagare dirijată, prin linii respectiv ghiduri, adică parcurgerea unui drum care corespunde unor disponibilităţi în proprietăţile mediului (de exemplu limita între izolant şi conductor electric).

Ghidurile de undă sînt tuburi metalice de secţiune dreptunghiulară, circulară sau eliptică, la intrarea cărora sînt aplicate semnale de foarte înaltă frecvenţă, iar în interiorul lor se transmit unde electromagnetice pînă la capătul de recepţie. Tubul metalic formează învelişul conductor, înveliş ce separă mediul în două regiuni electrice independente fără a fi posibilă influienţa undei electromagnetice în exteriorul ghidului şi a semnalelor electromagnetice străine, perturbatoare în interiorul ghidului de undă. Ghidul reprezintă un domeniu amplasat în jurul unei axe delimitat de suprafeţe de discontinuitate a parametrilor electrici şi magnetici ai mediului (permitivitate, permiabilitate şi conductibilitate), care poate asigura propagarea ghidată a cîmpului electromagnetic pe direcţia axei sale.

Se construiesc ghiduri uniforme cu secțiune transversală egală pe toată lungimea lor și ghiduri neuniforme cu secțiune transversală neuniformă (conică, piramidală). În ghiduri, lungimea de undă este mai mare decît lungimea de undă în aier. De regulă lungimea de undă critică, adică lungimea corespunzătoare frecvenței critice este dublul bazei secțiunii.

Ghidurile, precum și cavitățile rezonante, sînt elemente de bază cu care se realizează diversele dispozitive necesare în domeniul microundelor. Cavitatea rezonantă este circuitul oscilant pentru microunde și se utilizează ca circuit acordat în generatoarele de microunde, care sînt tuburi electronice speciale, cum ar fi : clistronul cu două cavități, clistronul reflex cu o cavitate, și magnetonul. Cavitatea rezonantă se obține prin introducerea în secțiunea transversală a unui ghid dreptunghiular în care se propagă o undă într-un punct oarecare de pe axa unui perete metalic foarte bun conducător. Unda electromagnetică care ajunge la perete se reflectă. Unda incidentă și unda reflectată dau naștere undelor staționare.

Zona dielectrică înconjurată de un bun conducător, de o formă dorită cu intrări și ieșiri sub formă de conductori și ghiduri de unde poartă numele de rețea de microunde.

Încălzirea cu microunde. Caracteristica dominantă a utilizării microundelor în sectorul industrial se bazează pe faptul că ele sînt absorbite de cele mai diverse materiale ca formă, natură și mărime, și, deci, se pot folosi pentru încălzirea diverselor materiale. La pierderea de putere, adică a transformării energiei în căldură, stă faptul că microundele punînd în mișcare moleculele, datorită frecării care rezultă se produce încălzirea materialului. Încălzirea cu microunde constituie un sistem direct, în care energia termică este produsă în interiorul materialului.

Mecanisme de absorbție a microundelor. Dintre multiplele mecanisme de absorbție a microundelor numai două prezintă importanță pentru încălzirea industrială și anume : conductibilitatea ionică și polarizarea dipolilor.

Fenomenul de conductibilitate ionică prezintă următoarele particularități : prin adaus de cantități mici de săruri în lichide, se măresc mult pierderile cu toate că sărurile în formă cristalină nu provoacă deloc pierderi în microunde. Ionii sînt accelerați de cîmpul electric de microunde absorbind energia cinetică. Deoarece frecvența ciocnirii ionilor între ei, respectiv cu atomii neutri în electrolit, este de ordinul de mărime de cel puțin 10^{13} Hz, în timpul unei semiperioade a microundelor, adică 10^{9}—10^{10} Hz, un anumit ion suferă cel puțin 1 000 de ciocniri, și energia microundelor se transformă în energie cinetică neorientată, adică în căldură.

Datorită faptului că prezența microundelor este mică față de frecvența ciocnirilor, acest mecanism de transformare a energiei microundelor în căldură nu depinde sensibil de frecvență.

Al doilea mecanism, polarizarea dipolilor, spre deosebire de conductibilitatea ionică, provoacă un proces de încălzire, care depinde mult atît de temperatură cît și de frecvența microundelor.

Un mare număr de molecule, de exemplu apa, formează dipoli permanenți naturali, care sînt orientați, respectiv rotiți, de către un cîmp electric. Ei absorb energia potențială de la cîmpul electric, energie care la dispariția cîmpului, se repartizează statistic, respectiv se transformă în căldură.

În funcție de viteza cu care moleculele polare trec într-o stare dezordonată după dispariția cîmpului, încălzirea va fi mai mult sau mai puțin eficace. Timpul de relaxare are în general valori mai mici pentru molecule mai mici, pentru lichide, și mult mai mari pentru materiale plastice cu grad mare de polimerizare.

Mecanismul de transformare a energiei cîmpului, în căldură este cel mai eficace atunci cînd, frecvența microundelor este egală cu inversul timpului de relaxare. Problema alegerii frecvenței optime se poate rezolva experimental pentru fiecare tip de material supus radiațiilor.

Avantajele și dezavantajele încălzirii cu microunde. În comparație cu încălzirea convențională avantajele și dezavantajele încălzirii cu microunde sînt :

— încălzirea materialului are loc din interior spre exterior, spre deosebire de încălzirea convențională, la care aerul cald servește numai pentru încălzirea superficială și, deci, trebuie să se aștepte pătrunderea căldurii în interiorul produsului prin conductibilitate. Cu ajutorul microundelor căldura se produce direct în produs și în general are loc mai repede. Pe de altă parte, prin metodele clasice de încălzire se poate ajunge ușor la supraîncălzirea suprafeței materialului, fenomen ce acționează în detrimentul calității ;

— încălzirea selectivă cu ajutorul microundelor. După valorile unghiului de pierdere, diferitele componente ale unui produs mixt, se încălzesc diferențiat, fenomen specific microundelor. De exemplu, la uscarea produselor sensibile la căldură cu ajutorul microundelor, apa absoarbe microundele mai intens decît majoritatea celorlalte componente. Deoarece porțiunile umede se încălzesc mai puternic se ajunge la o egalizare a umidității și la un proces de uscare, care se termină singur. În modul acesta componentele sensibile la căldură ale produsului supus uscării sînt menajate ;

— dozarea instantanee a căldurii, respectiv a temperaturii (prin conectarea și deconectarea căldurii în produs). La generatoarele convenționale de căldură, preîncălzirea și modificarea temperaturii în produsul respectiv poate fi făcută numai după un anumit interval de timp, uneori destul de mare ;

— valorile randamentului de transformare a energiei electrice de la rețea în căldură în interiorul produsului sînt mai mari de 50% ;

— generatoarele de microunde sînt în principiu mult mai mici decît schimbătoarele de căldură convenţionale (cu aer cald, cu gaze de ardere) care au dimensiuni destul de mari;

— se crează condiţii confortabile de muncă, prin faptul că sub acţiunea microundelor se încălzeşte numai produsul, nu şi mediul ambiant, fiind exclusă poluarea.

Însă microundele prezintă şi următoarele dezavantaje:

— nu pot încălzi metalele şi materialele cu pierderi foarte mici cum este teflonul, pentru că metalele reflectă microundele iar teflonul nu absoarbe deloc microundele;

— pericolul arderilor locale, care apare cînd unghiul de pierdere creşte mult cu temperatura;

— pericolul pentru personalul operator, în cazul în care o emisie necontrolată de microunde poate provoca deranjamente parţiale sau totale.

Durata uzuală a unui tratament termic cu microunde, în funcţie de frecvenţă şi putere, poate coborî de la cîteva minute la cîteva secunde.

Prezintă importanţă deosebită din punct de vedere economic realizarea unor procedee combinate prin microunde şi procedee tradiţionale, alegîndu-se riguros şi justificat ordinea de tratare.

23.8.2. Construcţia instalaţiilor cu microunde

În principiu, o instalaţie semicontinuă cu microunde (fig. 620, *a* şi *b*) este formată dintr-o cameră de reacţie termică în care materialul textil înfăşurat pe un tambur rotativ este încălzit rapid, în masă, datorită intrării în rezonanţă a moleculelor de apă sub acţiunea unui cîmp de micro-

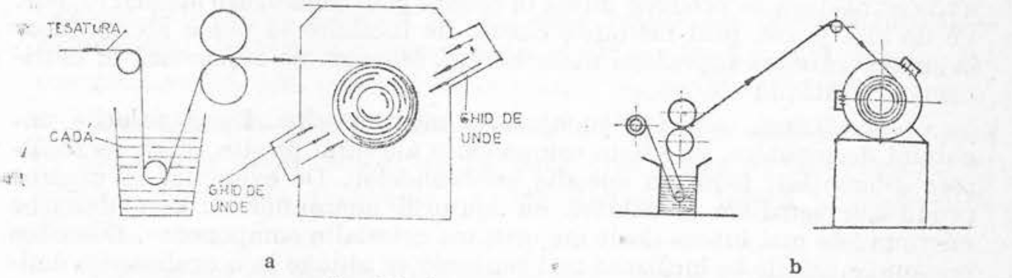


Fig. 620. Instalaţia cu microunde.

unde de anumită lungime de undă şi frecvenţă. Camera de reacţie este cuplată cu o maşină cu tratamente chimice sau fulard, în care materialul textil este tratat prin imersie cu diferiţi agenţi chimici sau soluţii de vopsire şi apoi supus stoarcerii controlate. Maşina de tratamente chimice este alimentată de pe rolă, caolă sau din pliere, prin intermediul unor role şi sisteme de ghidare a lizierelor, în ansamblu instalaţia cu microunde funcţionînd pe principiul procedeului Pad — Steam. Tratamentul termic poate fi condus pînă la temperatura de fierbere. În continuare, după tratamentul termic, materialul textil este supus tratamentelor finale umidotermice. Se construiesc instalaţii discontinue şi continue.

În ansamblu, instalaţia cu microunde cuprinde trei părţi principale: emiţătorul, care poate fi clistron sau magnetron, un dispozitivul de transport pentru unde, care poate fi cablu coaxial sau ghid de unde şi un aplicator, care corespunde incintei în care se produc tratamentele termice. Pentru produsele ce se deplasează cu viteză redusă, aplicatorul este un ghid idealizat sau un ghid cu meandre, ale cărui părţi laterale sînt răsfrînte şi banda se deplasează în direcţie perpendiculară pe cea de propagare a undelor.

Cea mai simplă instalaţie cu microunde cuprinde generatorul de microunde, un alimentator de curent electric, ghidul de unde, un traductor şi sistemele de siguranţă şi protecţie.

Generatorul de microunde (emiţătorul) cu magnetroane, prevăzut cu sistem de răcire cu aer, constituie partea principală a oricărei instalaţii, care este completată cu instalaţii electronice aferente şi de alimentare cu utilităţi — energie electrică, abur, apă, aer — cu parametrii controlaţi.

Sistemul de ghidare al microundelor se adaptează la forma constructivă a aplicatorului (camerii de reacţie).

Magnetronul este un tub vidat, format din doi electrozi; un catod cilindric înconjurat de un anod circular. Între anod şi catod se află spaţiul de interacţiune. Întregului ansamblu i se aplică o tensiune continuă cu valoare ridicată, în aşa fel încît catodul să ajungă la un potenţial negativ mai mare decît cel al anodului. Cînd catodul este încălzit, începe să excite electronii, care sînt atraşi de anodul pozitiv. Sub influenţa unui cîmp magnetic, electronii se îndepărtează de catod, urmînd traectorii mai mult sau mai puţin controlate, funcţie de intensitatea cîmpului magnetic.

Generatorul de microunde de tipul magnetronului are forma unui tub electronic foarte robust, însă de construcţie simplă. Cu magnetronul se atinge cel mai mare randament la producerea energiei cu microunde. De exemplu, pentru frecvenţe de 915 MHz s-au atins randamente maxime de 85% (cu magnetroane ce au putere de 100 Kw); randamentele de 60% sînt considerate ca limita inferioară uzuală.

Datele tehnice ale unei instalaţii cu microunde. Principalele date tehnice sînt:

— tensiunea nominală 3 × 380 V/50 Hz;
— puterea 5,5 kW.n module;
— frecvenţa 2 450 MHz;
— viteza de lucru reglabilă de la 5 la 100 m/min;
— lăţimea utilă de lucru 980—1 600 mm;
— lăţimea fantei pentru introducerea materialului 1 000—1 800 mm;
— înălţimea fantei între 0,5 şi 10 mm;
— diametrul exterior al tamburului de rolare 100—300 mm;
— grosimea stratului de material 250—600 mm;
— masa materialului încărcat pe tambur 300—1 500 kg;
— durata de reacţie cu funcţionarea continuă a generatorului de microunde pînă la 240 min;
— temperatura de lucru în incintă 100...103°C;
— spaţiul lateral dreapta sau stînga pentru introducerea şi scoaterea rolei în şi din camera de reacţie termică 2 500 mm.

Pentru buna funcţionare, temperatura mediului ambiant trebuie să se încadreze între −5° şi 40°C, iar umiditatea relativă între 90% la 25°C şi 50% la 40°C.

Partea mecanică. Camera de reacţie termică de tipul unei cavităţi cilindrice este construită din oţel inoxidabil şi prevăzută cu manta pentru acoperirea pierderilor de căldură în mediul ambiant, cu vizoare pentru controlul proceselor, cu fante interioare pentru ghidarea undelor electromagnetice şi cu fante exterioare pentru introducerea materialului textil, cu un sistem de distribuţie uniformă a cîmpului de microunde, corespunzător condiţiilor tehnologice de încălzire uniformă în masa materialului textil impregnat în diverse soluţii apoase. Cavitatea poate fi construită fie din două jumătăţi de cilindru, una fixă inferioară şi una rabatabilă superioară, fie cu capace rabatabile.

Tamburul de depunere prin înfăşurarea materialului textil este prevăzut cu sistem mobil de ghidare pe lăţimea ţesăturii rolate. Un sistem de ghidare a ţesăturii, între fulard şi camera de reacţie termică asigură rolarea corectă a ţesăturii. Tamburul este antrenat de la un motor electric prin intermediul unui reductor de viteză.

În partea inferioară camera este prevăzută cu un sistem de ecranare pentru distribuţia uniformă a aburului direct, debitat de instalaţia de alimentare cu abur.

Printr-un sistem de ventilaţie se extrage aerul umed din camera de reacţie.

Pentru deservire, camera este prevăzută cu un sistem de introducere în incintă a rolei fără material şi de scoatere a acesteia cu ţesătura rolată.

Anexele. Pentru controlul procesului, camera este echipată cu un ansamblu AMC în vederea măsurării temperaturii şi umidităţii în incintă, pentru măsurarea temperaturii ţesăturii şi pentru măsurarea cantităţii de ţesătură rolată. Un sistem automat asigură funcţionarea generatorului de microunde funcţie de temperatura materialului în strat care variază între 58...103°C.

Instalaţia este echipată cu sistem de măsurare a scurgerilor de microunde în dreptul uşilor de acces, în camera de reacţie şi a fantei şi de asemenea cu sistem de etanşare pentru protecţia personalului de deservire împotriva radiaţiilor, precum şi cu sistem de siguranţă-interblocare, care nu permite funcţionarea generatorului de microunde în lipsa materialului textil.

Instalaţiile pentru tratamente chimice în prezenţa microundelor se bazează pe efectul termic al cîmpului electric de înaltă frecvenţă, avînd ca element principal generatorul de putere de înaltă frecvenţă, respectiv magnetronul, care emite microunde direct în camera de reacţie. Zona de tratare este spaţiul limitat de ghidurile de undă sub formă de meandre în care materialul textil este trecut în vederea obţinerii tratamentului respectiv.

Instalaţiile pot fi utilizate pentru diverse tratamente ale materialelor textile din diferite fibre sau în amestec :

Fixarea coloranţilor. În operaţia de vopsire, materialul fulardat în flota de colorant este preîncălzit cu abur pentru gonflarea fibrei şi apoi este introdus într-o cameră, în care se aplică tratamentul cu microunde, în timp ce materialul se înfăşoară pe tambur cu o viteză de 50−100 m/min.

Pe tambur se pot înfăşura 1 000—2 000 m ţesătură, iar operaţia durează 10—20 min. Pentru a se evita uscarea materialului în incinta de tratare se trimite abur saturat. La intrarea în camera de iradiere, materialul trece printr-un dispozitiv de închidere, prevăzut cu o fantă reglabilă pentru abur şi un filtru de blocare pentru microunde (atenuator şi placă absorbantă), iar undele care scapă sînt absorbite de un rezervor de apă. Procedeul se poate aplica pentru vopsirea firelor celulozice, de lînă, poliamidice şi poliesterice.

Tratamente preliminare şi de vopsire. Materialul fulardat în flotele de lucru este preuscat într-o instalaţie de IR (10 kW) pînă la 30—40% umiditate, pentru evitarea migrării coloranţilor în procesul de încălzire cu microunde şi pentru a reduce pericolul condensării vaporilor de apă pe materialul, care ar intra neîncălzit în incintă. La intrare materialul este condus sub formă de pliuri cu ajutorul unor role şi apoi se înfăşoară cu tensiune constantă pe un tambur cu şaibe limitatoare de lăţime, prevăzute cu găuri. Diametrul final al tamburului, la unele instalaţii variază de la 480 la 1 000 mm la o putere a generatorului de 5 Kw şi viteză de lucru de 20—40 m/min, în funcţie de natura materialului textil şi de operaţia ce se efectuează.

După înfăşurare, materialul mai este tratat încă 10—15 min cu microunde pentru a se evita diferenţele de tratare ca timp, între porţiunea de la începutul şi sfîrşitul înfăşurării, cunoscut fiind faptul că adîncimea de pătrundere a microundelor este de cca 3 cm, la 25°C şi 7,8 cm la 90°C. O asemenea instalaţie se poate folosi pentru descleiere, pentru albire cu apă oxigenată şi pentru vopsirea ţesăturilor din fibre celulozice cu coloranţi reactivi, pentru reducerea masei ţesăturilor din fibre poliesterice prin tratare cu NaOH, pentru finisare supermătase (Silk — Finish) prin care are loc o cojire a fibrei şi deformare a alveolelor, care măreşte suprafaţa fibrei. Ambele efecte se datoresc unei dizolvări superficiale a polimerului. Disolvarea în soluţie alcalină a poliesterului se realizează prin hidroliza topochimică (locală) a grupelor esterice. Prin hidroliza alcalină de suprafaţă a poliesterului se obţin următoarele îmbunătăţiri ale materialului textil : tuşeu moale similar mătăsii, coeficient de drapare îmbunătăţit, aspect mat al suprafeţei, creşterea suprafeţei aparente, creşterea conţinutului de umiditate aderentă, în schimb se micşorează rezistenţa la tracţiune şi la glisare a firelor.

Din punct de vedere economic, comparativ cu instalaţiile clasice, pe instalaţiile cu microunde se reduce la jumătate spaţiul ocupat, la 1/3 cheltuielile de investiţii, cu 80% costurile de exploatare (energie, cheltuieli de funcţionare, personal) :

— consumul de energie termică pentru 1000 m de material textil (rezultat din consumul de abur în kg/1000 m) este de 140 kg abur la procedeul Apolotex ; 500 kg abur la vopsirea rapidă ; 1 620 kg abur la vopsirea pe sul perforat ; 400 kg abur la vopsirea pe jighier ; 300 kg abur la operaţia de impregnare aburire ;

— pentru procesele de fierbere alcalină a materialelor din bumbac 100% se reduce concentraţia de NaOH, de la 80 g/l la 40 g/l, concomitent cu diminuarea duratei de tratare de la 2 ore — corespunzătoare procesului clasic — la o oră ; în condiţiile desfăşurării întregului proces şi albirii cu apă oxigenată, prin acţiunea microundelor, este posibilă creşterea produc-

tivității cu 50%, obținîndu-se materiale textile cu indici calitativi superiori, fără afectarea integrității suportului textil;

— pentru procesele de vopsire prin procedeul Pad — Roll pentru țesături de bumbac cu coloranți direcți, țesături de viscoză cu coloranți direcți, țesături poliamidice cu coloranți acizi, s-au obținut date comparabile cu acelea realizate prin procedeul uzual Pad-Roll, însă cu reducerea duratei de fixare a coloranților de la 3 ore la 30 min, pentru două sisteme tinctoriale și cu reducerea duratei la 40 min, pentru al treilea sistem tinctorial;

— rezistențele vopsirilor la spălare, frecare, transpirație alcalină și călcare sînt similare cu acelea obținute în procedeul clasic;

— prin utilizarea microundelor în etapa de fixare a coloranților se mărește productivitatea de 4—6 ori.

Vopsirea continuă a țesăturilor preîncălzite cu IR sau microunde. Încălzirea și preuscarea materialelor pînă la 30% umiditate, cu IR sau microunde, la vopsirea în proces continuu, permite ca fixarea coloranților în operația de aburire la 102...140°C, să se facă cu randamente ridicate și să se evite condensarea aburului pe material, cu diluarea soluției.

Vopsirea fibrelor cheratinice prin încălzirea cu microunde. Sub formă de fibră, lîna se impregnează la fulard prin soluția de colorant (reactiv sau acid) la 15...40°C, iar în zona de stocare se acoperă cu o folie din polietilenă pentru evitarea pierderilor de soluție și se tratează cu microunde, timp suficient pentru atingerea temperaturii de 40...80°C, după care se depozitează în continuare pînă la fixarea colorantului. Consumul de energie pentru încălzire este de numai 0,05 kW/kg fibră.

Uscarea cu microunde. Se folosește ca incintă o cameră metalică sferică cu diametrul de 500 mm, în care îndepărtarea umidității se realizează, prin încălzire cu microunde la presiune scăzută (38 mm col. Hg). Vidul se realizează printr-un canal aspirator, care are și rol de condensor. Prin folosirea vidului, în loc de aer cald, pentru antrenarea vaporilor, randamentul uscării se mărește cu 20%.

Realizarea unui substrat poros pe materiale textile prin folosirea microundelor. Se bazează pe impregnarea materialului textil cu o rășină dizolvată într-un solvent organic la care se adaugă un solvent polar miscibil cu primul. Evaporarea solvenților se face prin încălzire cu microunde obținîndu-se un material poros, care poate fi folosit pentru articole tehnice sau imitație de piele. Mărimea porilor se poate regla prin modificarea raportului dintre solvenți. Durata tratamentului este de 7—10 s în cîmp de microunde pentru un generator de 1 kW, în comparație cu durata de o oră în cazul folosirii aerului cald sau al radiațiilor infraroșii pentru încălzire.

23.9. INSTALAȚII DE USCARE CU CÎMP ELECTRIC DE ÎNALTĂ FRECVENȚĂ

23.9.1. Probleme generale

Se cunoaște că materialele umede supuse uscării posedă un sistem complex de canale mari și mici, de pori, capilare, în care este posibilă mișcarea umidității atît sub formă lichidă cît și sub formă de vapori.

În procesul clasic de uscare convectivă, la contactul materialului cu agentul de uscare, umiditatea migrează prin capilare, se evapora în stratul limită de pe suprafaţa materialului — eventual şi în interiorul acestuia şi apoi difuzează prin agentul de uscare, care de obicei este un gaz umed (amestec de aer — vapori). Treptat, zona de evaporare pătrunde în interiorul materialului, vaporii formaţi fiind obligaţi să difuzeze prin stratul de material uscat pînă la suprafaţa materialului, şi apoi de la suprafaţă în mediul de captare.

Datorită evaporării umidităţii şi încălzirii materialului textil la suprafaţă, în interior apare un gradient de umiditate, îndreptat de la centru către suprafaţă ; influenţa termoconductibilităţii umidităţii se manifestă prin gradientul de temperatură îndreptat de la suprafaţă la centrul materialului textil. Prin urmare, fluxul total de masă va avea două componente îndreptate în direcţii contrarii : una de la centru la suprafaţă, datorită conductibilităţii umidităţii şi alta de sens contrar, ca efect al termoconductibilităţii. În aceste condiţii, gradientul de temperatură este supus unei permanente modificări, pînă ce ajunge la umiditatea de echilibru.

Mecanismul transferului de umiditate în interiorul şi la suprafaţa materialului este un fenomen complex, care depinde de un ansamblu de factori şi anume : structura şi umiditatea materialului, tensiunea superficială şi viscozitatea apei, temperatura şi umiditatea relativă a agentului de uscare.

Pentru reducerea preţului de cost a tehnologiilor neconvenţionale, în ultimul timp s-a urmărit convertirea directă a energiei electrice, deci fără afectarea diminuării randamentului energetic global.

Astfel, dacă pentru materialele subţiri, durata de atingere a umidităţii de echilibru este relativ mică, în funcţie de grosimea şi contextura acestora, pentru materialele voluminoase (fire înfăşurate pe bobine sau pe suluri de urzeală, baloturi), pe lîngă prelungirea duratei de uscare, există şi pericolul degradării termice prin suprauscarea acestora. Prelungirea duratei de uscare implică însă o productivitate mică, pe lîngă un consum mare de energie termică. În comparaţie cu aceste condiţii de uscare, procesul de uscare în cîmp electric de înaltă frecvenţă, bazat pe încălzirea dielectricilor, prezintă avantajul introducerii uniforme a căldurii în întregul volum al materialului umed, pe baza disipării energiei electromagnetice în căldură, cu efectul distribuţiei uniforme a umidităţii.

Procesul de uscare cu curenţi de înaltă frecvenţă se bazează pe încălzirea dielectricilor sau semiconductorilor într-un cîmp electric de înaltă frecvenţă (CEIF).

Încălzirea materialelor umede în CEIF se bazează pe fenomenul de polarizare. Moleculele unui dielectric se disting printr-o energie ridicată de legătură a electronilor orbitali cu nucleul. De aceea, în dielectrici există un număr redus de electroni liberi şi ioni, ceea ce explică conductibilitatea lor redusă într-un cîmp electric exterior.

Într-un dielectric, cum este considerat şi materialul textil — aflat într-un cîmp electric de înaltă frecvenţă — se produc procese de polarizare dinamică, adică procese prin care grupele cinetic independente ale

lanțului macromolecular se orientează în direcția cîmpului electric aplicat. Acest proces de polarizare dinamică poate antrena :

— grupări de dimensiuni mai mari, respectiv porțiuni din catena principală, care au o mobilitate mai mare ;

— catenele laterale mobile ale lanțului macromolecular, determinînd în material o stare de agitație.

Dacă energia absorbită de material la tratarea în CEIF este superioară energiei de legătură intermoleculară, este posibil ca aceasta să se desfacă și deci să apară condițiile necesare relaxării macromoleculelor.

Concomitent cu procesul de polarizare dinamică se produc și pierderile dielectrice, materializate în efecte termice.

Se cunoaște că, la anumite lungimi de undă, în special în domeniul de înaltă frecvență, prin acțiunea asupra materialelor polimere, are loc apariția unui moment de dipol indus pe nivelele structurale de bază, fiecare polarizare aducîndu-și contribuția la polarizarea totală (polarizare deformațională de tip electronic și/sau atomică și polarizare termică) :

— polarizarea deformațională de tip electronic este cauzată de deplasarea norului electronic în raport cu nucleul atomic ;

— polarizarea deformațională de tip atomic este determinată de deplasarea atomilor unul în raport cu celălalt ;

— polarizarea termică (de amestec) are un caracter de relaxare, deoarece apare în procesul agitației termice a unităților din structura dielectricului.

Polarizarea termică depinde de structura polimerului, temperatura, frecvența cîmpului și timpul de relaxare.

Specificitatea comportării polimerilor în CEIF este mișcarea segmentelor de lanț și mișcarea unităților cinetic foarte mici și foarte mobile (ramificații laterale sau grupe de atomi ce constituie substituienții polari).

Cu cît timpul de relaxare este mai mic, cu atît unitățile cinetice sînt mai mici, iar pierderile prin histerezis electric vor apărea la o frecvență a cîmpului mai mare.

Pentru polimeri se cunosc două tipuri de pierderi dielectrice : dipol elastice și dipol radicalice. Primele sînt determinate de orientarea segmentelor macromoleculare în condițiile în care este posibilă mișcarea segmentelor macromoleculare, adică deasupra temperaturii de tranziție de ordinul II ; celelalte sînt determinate de amestecarea grupelor polare (unităților cinetice) în CEIF.

Pierderile dipol elastice, caracteristice pentru majoritatea polimerilor și predominante față de pierderile dipol radicalice, depind de structura chimică a polimerului, care determină interacțiunile inter și intramoleculare și, implicit mobilitatea unităților cinetice, respectiv timpul de relaxare. Cu cît interacțiunile interne sînt mai mari, cu atît va fi mai redusă mobilitatea unităților, iar temperatura la care se observă maximul pierderilor dielectrice și timpul de relaxare vor fi mai mari.

Apariția căldurii în urma pierderilor dielectrice se explică prin schimbarea periodică a orientării dipolilor ce nu pot urma cu exactitate frecvența de schimbare a CEIF, din cauza frecării interne.

Apa din dielectrici intensifică procesul de conducţie electrică producînd o creştere a pierderilor dielectrice. Rotirea moleculelor polare de apă sub acţiunea cîmpului electric necesită un consum de energie.

Apa capilară conţinută într-un material textil umed, posedă datorită conductibilităţii şi mobilităţii sale un coeficient de pierderi dielectrice de 100 ori mai mare decît a fibrelor textile. În practica încălzirii dielectrice, energia se transmite prin intermediul apei. Astfel, apa constituie un agent de pierderi de energie, deoarece primeşte energia electromagnetică şi o cedează materialului sub formă de căldură. Un material textil umed, se încălzeşte mai mult decît unul uscat, iar energia de înaltă frecvenţă absorbită de material se va micşora odată cu îndepărtarea apei.

Uscarea in CEIF are loc intensiv deoarece viteza transformării de fază a apei din material depăşeşte viteza transferului de masă respectiv de vapori.

La uscarea în CEIF temperatura materialului fibros trece puţin peste 100°C atîta timp cît apa este evaporată. Fibra este astfel protejată, obţinîndu-se o umiditate uniformă. În aceste condiţii coloranţii şi auxiliarii chimici nu migrează. Într-un CEIF de exemplu, de 27,12 MHz, polaritatea electrozilor se schimbă de 27 120 000 ori pe secundă, iar moleculele polare din cîmp, de exemplu apa, se încălzesc foarte repede din cauza frecării, întrucît nu este posibilă schimbarea bruscă a polarităţii, comportarea lor fiind similară unor magneţi care se orientează în cîmp electric, iar cele nepolare respectiv fibrele textile nu sînt influienţate şi nu se încălzesc.

La uscarea în CEIF, transferul concomitent de masă şi de căldură prezintă o serie de particularităţi. Presiunea vaporilor de apă rezultaţi prin evaporare este mult mai mare prin canalele şi microcapilarele materialelor decît în oricare alt proces de uscare, avînd în vedere multitudinea de jeturi, fapt ce contribuie la antrenarea directă a picăturilor de apă din cele mai fine capilare, cît şi din zonele periferice, unde cantitatea de căldură este mai mică din cauza umidităţii mai reduse. De altfel, fluxul termic angajează în mişcarea forţată, de la interior spre exterior, întreaga cantitate de apă, transferul de căldură avînd loc atît prin convecţie forţată, convecţie liberă, cît şi prin radiaţie — prin microcapilarele materialului.

Se crează astfel un efect de tubulenţă chiar în interiorul stratului de material textil, fenomen neîntîlnit în celelalte procese de transfer de masă şi de căldură. De menţionat că, pe lîngă transferul termic şi masic, are loc şi un transfer de moment, mecanic, de expulzare a picăturilor de apă, sub acţiunea jeturilor puternice ale vaporilor de apă. Acest fenomen este deosebit de important în special pentru ţesăturile hidrofobe şi cu grad de cristalinitate diferit.

În cazul uscării materialelor textile stratificate, sau sub formă de bobine, armăturile condensatorului nu sînt în contact cu materialul şi deci dielectricul condensatorului este un ansamblu neomogen şi variabil format din aer, material textil, apă şi material plastic. În aceste condiţii vor putea fi obţinute variaţii importante prin modificarea unuia sau mai multor parametri ce intervin în calculul dielectricului, ca : grosimea lamelei intermediare de aer, distanţa dintre electrozi, forma bobinei, precum şi poziţionarea acesteia.

Domeniile de frecvenţă utilizate pentru încălzirea dielectrică sînt condiţionate de următorii factori :

— frecvenţele admise din punctul de vedere al perturbării canalelor de telecomunicaţii ;

— variaţia permitivităţii şi a factorului de pierderi dielectrice funcţie de frecvenţă, temperatură, umiditate, structură chimică, puritate, structură supramoleculară. Mărirea frecvenţei peste o anumită valoare poate să conducă la o scădere a puterii ;

— apariţia fenomenelor de propagare de-a lungul armăturilor condensatorului.

În conformitate cu acordurile internaţionale sînt permise pentru încălzirea capacitivă, frecvenţele de 13, 56 ; 27, 13 ; 40,66 MHz. Pentru instalaţiile funcţionînd în regim diferit de aceste valori ($\pm 0,05\%$) se realizează o ecranare ; se aplică filtre pe condensatoarele de alimentare, iar carcasa utilajului este legată la prize de pămînt.

23.9.2. Tehnici de uscare în cîmp electric de înaltă frecvenţă

Procesul de uscare s-a experimentat în două variante :

— pentru uscarea statică (cu staţionarea materialului textil între plăcile condensatorului de lucru) ;

— pentru uscarea dinamică (cu materialul textil în mişcare pe o bandă transportoare, printre plăcile condensatorului de sarcină) aplicată numai la bobine.

După forma de prezentare a materialului textil în procesul de uscare s-au utilizat : fibre (de cînepă), fire pe bobine (de bumbac, de in şi tip in), ţesături şi tricoturi.

Iar după modul de aşezare al materialului textil între plăcile condensatorului s-au efectuat următoarele variante de lucru : cu straturi de ţesătură, în număr variabil de la 10 la 34 ; pe bobine, în diferite poziţii, (cu baza mare la partea inferioară ; la partea superioară, orizontală; cu baza mare înainte şi în urmă).

După natura fibrei s-au experimentat materiale din bumbac 100%, lînă, poliester, de in şi tip in.

În toate variantele s-a urmărit procesul de uscare în funcţie de gradul de stoarcere (umiditate iniţială), distanţa dintre plăcile condensatorului numărul de straturi de ţesătură sau tricot, respectiv înălţimea stratului de fibre sau înălţimea bobinei.

Forma adecvată pentru uscarea materialelor textile în CEIF este aceea pe bobine, motiv pentru care experimentările au fost extinse pentru varianta dinamică de uscare.

Viteza de uscare. Din datele experimentale rezultă că viteza medie de uscare în g apă evaporată/minut este diferită în funcţie de tipul fibrei şi de contextura materialului textil, de exemplu :

— cu cît conţinutul de fibră de lînă este mai mare cu atît viteza de uscare este mai mică şi invers, ca urmare a proprietăţilor hidrofile ale fibrei de lînă, respectiv hidrofobe pentru fibrele sintetice ;

— pentru articolele cu trei componente fibroase, dar cu conținut constant de fibre de lînă, viteza de uscare variază în funcție de raportul dintre ceilalți doi componenți (relon și celofibră).

Spre finele procesului de uscare viteza de uscare scade mult pentru toate articolele, deoarece îndepărtarea conținutului mic de apă, rămas în material, are loc din ce în ce mai greu.

În primele 30 min ale procesului de uscare viteza de uscare este mai mică pentru toate materialele, deoarece în această perioadă are loc încălzirea atît a materialului cît și a apei din material pînă la temperatura de evaporare.

Viteza de uscare în CEIF variază între 0,95 și 18,86 g apă evaporată/min, ceea ce reprezintă o creștere de minimum de trei ori și de maximum 18 ori în comparație cu uscarea clasică, la care viteza de uscare este de 0,178—0,349 g apă evaporată/min.

Durata de uscare, care este de 2—6 ore pentru procesul de uscare clasică a firelor înfășurate pe bobine, la uscarea în CEIF se reduce la ordinul minutelor, fapt ce permite integrarea procesului în flux continuu.

Produsele textile în metraje pot fi introduse între plăcile condensatorului în numărul optim de straturi, obținute prin paletare după calandrul de apă, de exemplu, sau după alte tratamente finale în stare udă.

Energia generatorului poate fi repartizată pe o pereche sau pe mai multe perechi de plăci, similar unei mașini de imprimat cu mai multe șabloane.

Uscarea în CEIF poate fi aplicată și în variante mixte — fie ca uscare preliminară, cînd se îndepărtează cea mai mare cantitate de apă, fie ca uscare finală — cînd de regulă la uscarea clasică se prelungește durata uscării — în vederea reducerii acestei durate.

Uscarea dinamică. În această variantă materialul textil este preluat de o bandă transportoare (fig. 621), care deplasează materialul cu o viteză de 6 cm/min, pe o distanță de 200 cm. Experimentările au fost conduse cu două condensatoare de dimensiuni diferite, confecționate din oțel inoxidabil. Distanța dintre plăci a fost reglabilă între 5 mm și 400 mm. Placa inferioară a fost fixată sub banda transportoare la o distanță de 3 mm, iar cea superioară mobilă pe verticală. Banda a fost confecționată din țesătură de polipropilenă cu factor de pierderi dielectrice de 0,03. Pentru asigurarea unui regim normal de lucru s-a adoptat o instalație de ventilație, care să asigure transferul umidității evaporate din materialul textil. Experimentările au fost conduse pe bobine de in și în amestec, de diferite finețe și proporții de amestec.

Creșterea suprafeței condensatorului de sarcină a condus la îndepărtarea unei cantități mai mari de umiditate (de la 21% la 43%), ca urmare a creșterii duratei de acțiune a cîmpului electric de înaltă frecvență asupra dipolilor apei, însă nici lungimea plăcilor condensatorului nu poate fi mărită oricît de mult, pentru că se diminuiază densitatea de energie pe unitatea lor de suprafață, uscarea nemaifiind eficace. Se poate realiza și uscarea în cîmpuri, fiecare cîmp fiind alimentat de un generator individual.

Transferul, de masă este influențat de caracteristicile firului, densitatea de înfășurare și dimensiunile bobinei, în funcție de poziția de am-

plasare a bobinelor pe bandă (verticală sau orizontală) şi de distanţa dintre plăci. Poziţia cea mai bună este aceia care permite realizarea unei distanţe minime între plăcile condensatorului.

Pentru utilizarea eficientă a CEIF un rol hotărîtor îl are modul de distribuire al umidităţii între plăcile condensatorului, adică aşezarea bo-

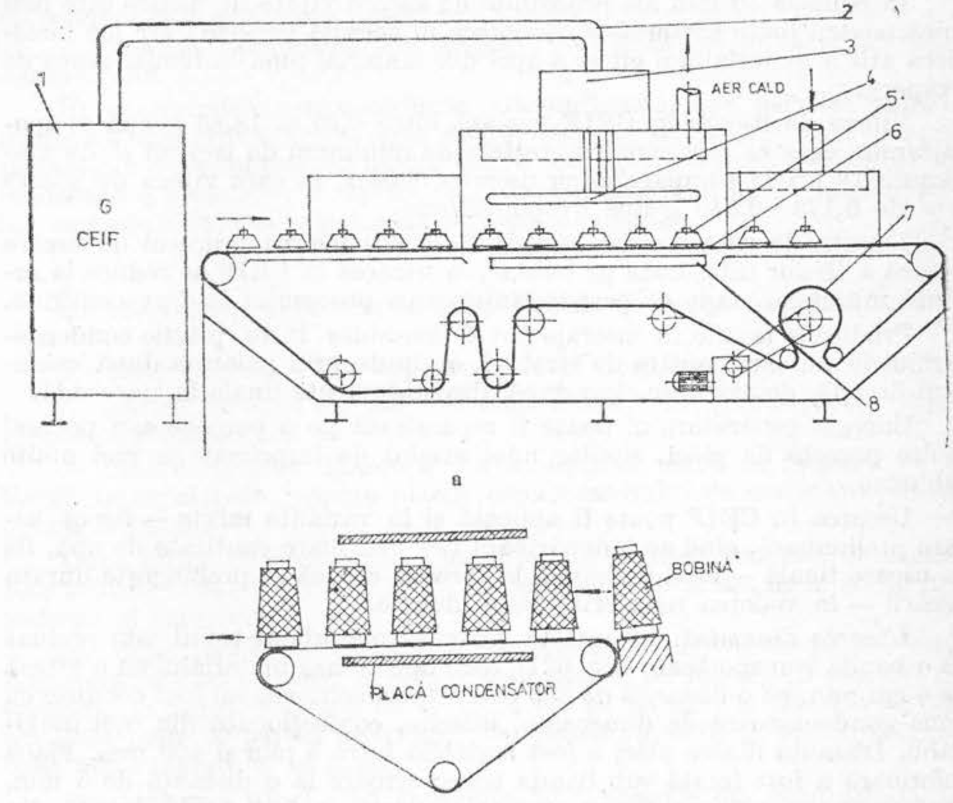


Fig. 621. Instalaţia de uscare cu cîmp electric de înaltă frecvenţă : *a* — schema generală ; *b* — amplasarea bobinelor pe banda transportoare.

binelor pe banda transportoare, respectiv de pasul dintre bobine. Un alt factor de influenţă îl constituie pasul pe cele două direcţii şi poziţia bobinei (diametrul mare respectiv mic) în sensul de înaintare al benzii.

Durata de uscare depinde de conţinutul iniţial de umiditate şi de umiditatea finală dorită precum şi de viteza de uscare.

Conducerea uscării se poate realiza în etape : prin deplasarea benzii pe o porţiune egală cu lungimea condensatorului, staţionarea între plăcile condensatorului cu o durată egală cu durata de uscare, după care banda se deplasează, în timp ce bobinele se detaşează de pe bandă, în zona plăcilor condensatorului intră un nou set de bobine pentru uscare.

23.9.3. Echipamente de înaltă frecvență

În principiu, o instalație de uscare în CEIF cuprinde generatorul de înaltă frecvență și uscătorul.

Puterea generatorului variază într-un domeniu larg de la 20 la 250 kW utilizînd frecvența de lucru de 13,6 sau 27 MHz.

Extinderea uscării dielectrice a fibrelor textile sub cele mai diverse forme : bobine, sculuri, gatouri, puf, se datorează avantajelor tehnico — economice pe care le oferă comparativ cu sistemele convenționale de uscare ;

Consumuri energetice cu 25—50% mai mici ; durata procesului de uscare mult mai redusă între 10—60 min, comparativ cu 2—6 ore ; flexibilitate ridicată în privința tipului de fibră și a formei de prezentare în timpul uscării ; realizarea uscării la o umiditate finală constantă și uniformă în cadrul formatelor și între formate ; nu se produc suprauscări ; nu sînt afectate nuanțele vopsirilor și nici caracteristicile fizico-chimice sau de structură ale materialului textil ; posibilitatea realizării procesului de uscare prin procedee continue.

Pentru următorii parametrii de lucru ai unei instalații de înaltă frecvență : curent anodic = 1 400 mA ; curent de grilă = 240 mA ; tensiunea anodică 6,8 kV ; puterea nominală a generatorului a fost de 4,75 kW și frecvența de 13,56 MHz.

Uscarea dielectrică în cîmp de înaltă frecvență este suficientă din punct de vedere economic la umidități ce depășesc valori de 50—80%.

Din punct de vedere constructiv se poate folosi un generator electronic specializat, ce poate funcționa atît în regim capacitiv cît și inductiv, iar ca uscător un tunel cu acțiune continuă a generatorului de înaltă frecvență prin intermediul unui cuadripol de adaptare și cu un sistem de transport continuu al materialului textil în interiorul uscătorului.

Condensatorul de lucru este amplasat în interiorul tunelului de uscare.

Pentru eliminarea umidității din interiorul tunelului de uscare precum și pentru înlăturarea formării condensului, instalația este prevăzută cu un sistem de ventilație, respectiv de evacuarea aerului umed, și de introducere a aerului rezultat din răcirea generatorului.

O dată cu scăderea umidității de îndepărtat din materialul textil capacitatea de uscare crește. Consumul specific de energie se reduce cu 65—75% în comparație cu procedeul clasic de uscare pentru umidități cuprinse între 45—80%. La aceste performanțe se adaugă și uniformitatea uscării față de umiditatea dorită atît în bobine cît și între acestea.

23.10. ECHIPAMENTE PENTRU FINISAREA DIN MEDII DE SPUMĂ

Extinderea tehnologiei de finisare din medii de spumă este pe deplin justificată prin consumul redus de apă și energie pe unitatea de material textil finisat, ca urmare a diminuării cantității de soluție transferată pe materialul textil printr-o strictă dozare.

Deşi pentru unele procese constituie un fenomen nedorit, în stadiul actual reprezintă mediul de finisare determinant pentru reducerea consumului de apă şi energie cu aproape 1/5, datorită transferului umidităţii pe materialul textil în condiţii strict controlate — în comparaţie cu procedeele convenţionale — concomitent cu creşterea productivităţii, diminuarea poluării, reducerea investiţiilor necesare şi a consumului de agenţi chimici.

Utilizarea procedeelor de finisare din medii de spumă cunoaşte un domeniu larg de aplicare, cum ar fi : la descleiere, mercerizare, carbonizare, vopsirea covoarelor şi a articolelor cu spic, apretare, finisări superioare.

23.10.1. Consideraţii generale asupra spumelor utilizate în procesele de finisare

Prin spumă se înţelege o dispersie de gaz în lichid, în care, dimensiunile particulelor dispersate — a bulelor de gaz — sint mai mari de 0,2 microni. Pentru obţinerea spumei, condiţia esenţială este ca mediul de dispersie — fază lichidă — să aibă proprietăţi tensioactive. Prezenţa agenţilor activi de suprafaţă este absolut necesară deoarece proprietăţile lor caracteristice permit formarea spumei. În faza iniţială, agenţii activi de suprafaţă formează un strat de absorbţie la interfaţa lichid-aer, moleculele fiind orientate cu partea hidrofobă spre aer şi cu cea hidrofilă către soluţie. În momentul debitării, sau a unui alt gaz, bulele dispersate în lichid prezintă o repartizare caracteristică a moleculelor de surfactant, identică cu cea descrisă anterior. Prezenţa tensidelor are drept rezultat o micşorare a tensiunii superficiale a lichidului — care ca principală consecinţă — favorizează înglobarea aerului şi deci formarea spumei.

În procesul de finisare, stabilitatea spumei are o importanţă relativă, deoarece, în cadrul expermentărilor efectuate s-a constatat că stabilitatea realizată este mai mult decît suficientă pentru scopul propus. Stabilitatea spumelor este influenţată de concentraţia agentului tensioactiv. Concentraţia optimă este aceea care permite moleculelor un anumit grad de libertate, un grad de orientare mai scăzut şi deci posibilitatea de întrepătrundere a radicalilor nepolari, o capacitate de a reacţiona rapid la solicitările mecanice exterioare. Stabilitatea spumelor este influenţată de presiunea gazului în celulele de spumă, presiune care este direct proporţională cu tensiunea superficială şi cu raza de curbură a bulelor. Cu cît valoarea acestei presiuni va fi mai mare, deci cu cît dimensiunile bulelor de gaz vor fi mai mici, spuma va fi mai stabilă.

O serie de agenţi chimici, utilizaţi în mod frecvent în procesele de finisare, au un efect negativ asupra stabilităţii spumei, acţionînd ca antispumanţi. În această categorie intră electroliţii, a căror prezenţă permite generarea unei spume cu o stabilitate acceptabilă.

Aprecierea stabilităţii spumei, precum şi a calităţii, se bazează pe următoarele criterii :

— aspectul spumei, care furnizează informaţii asupra stabilităţii. Cu cît fineţea este mai mare, cu atît stabilitatea este mai bună ;

— gradul de spumare, prin care se înţelege raportul dintre greutatea unui volum de lichid şi greutatea unui aceluiaş volum de lichid spumant,

prezintă importanță pentru dozarea cantității de lichid adusă pe material, precum și pentru controlarea cantității de substanțe chimice transferate substratului;

— timpul de înjumătățire, care caracterizează viteza de fluidificare a unei spume, este timpul în care dintr-un volum de spumă s-a scurs jumătate din lichidul conținut;

— timpul de formare a picăturilor, reprezintă durata necesară pentru apariția primei picături de fluid într-o pîlnie separatoare care conține un volum determinat de spumă;

— capacitatea de umectare, se determină prin evaluarea creșterii procentuale a suprafeței umectate, pe hîrtia de filtru, într-un anumit timp. În cazul concret de aplicare, este necesară stabilirea capacității de umectare a spumei pe suprafața materialului textil, care urmează a fi prelucrat prin finisare

23.10.2. Instalații pentru generarea spumei

O instalație pentru generarea și aplicarea spumei (fig. 622) este formată dintr-un generator de spumă, sistemul de alimentare cu soluție și aer; sistemul de alimentare cu material textil și spumă; cilindrii de stoarcere.

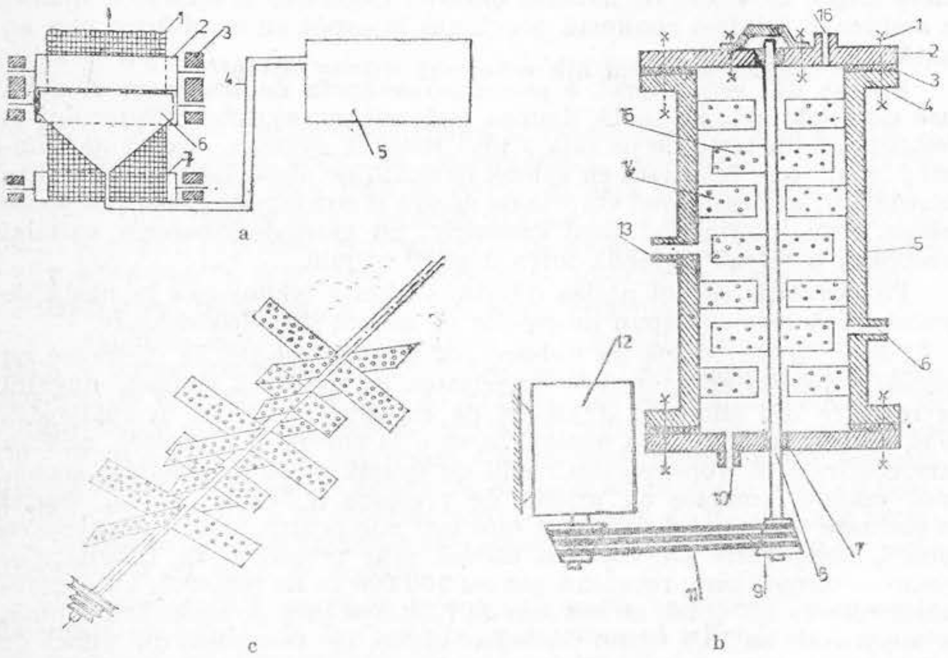


Fig. 622. Instalația de alimentare cu spumă:
a — schema generală; *b* — generator de spumă; *c* — rotorul generatorului.

23.10.2.1. Instalație pentru vopsirea în medii de spumă

Pentru procesul de vopsire în generatorul de spumă *5*, se introduce soluția formată din colorant, auxiliari, agent tensioactiv și apă prin ștuțul de alimentare *6*, care, sub acțiunea efectului de turbulență creat de turația rotorului și a aerului introdus sub presiune prin ștuțul *10* de alimentare, se formează spuma. Datorită suprapresiunii create de aerul introdus în incintă pentru spumare, spuma este debitată printr-un racord *4*, pe țesătura *1*. Țesătura preia o cantitate de spumă, după care este trecută printre cilindrii de stoarcere *3*, care prin presiunea creată de deschiderea lor, produc fenomenul de spargerea spumei, facilitînd în acest fel pătrunderea soluției în interstițiile materialului textil.

Generatorul de spumă (fig. 622, *a*) este format dintr-un rotor *8*, pe care sînt fixate paletele perforate *15*, închise în virola *5* confecționată din oțel inoxidabil și prevăzută în partea interioară cu palete perforate fixe *14*. Soluția de tratare se introduce prin racordul de alimentare *6*, iar golirea generatorului prin racordul *13*. Aerul este introdus prin ștuțul de alimentare *10*, spuma fiind debitată prin racordul *16*. Rotorul (fig. 622, *b*) este antrenat de un motor electric *12* prin intermediul unui reductor și o curea trapezoidală *11*.

Datorită puternicului efect de turbulență, creat în spațiul generatorului de către paletele perforate, amplasate decalat, atît pe rotor cît și pe stator, se produce spuma, care apoi este dirijată prin racordul *16* de efectul de presiune creat de aerul introdus. Rotorul poate fi antrenat în mai multe trepte de viteză de motorul electric. Debitarea și aplicarea spumei se realizează printr-o conductă prevăzută la capăt cu un difuzor plat cu fantă dreptunghiulară.

Spuma din generatorul *5* parcurge conducta de transport *4*, după care este debitată, pe toată lățimea țesăturii, cu ajutorul difuzorului *6*. Țesătura albită trece de pe rola *7* prin zona de stoarcere creată de cilindrii *2*, unde este fulardată cu spumă debitată de dispozitivul *6*. Țesătura fulardată *1*, urmează apoi etapele de uscare și condensare. Fulardul poate realiza, prin intermediul unui excentric, un grad de stoarcere variabil precum și o viteză reglabilă între 0 și 30 m/min.

Pe instalație se pot aplica diferite variante tehnologice în medii de spumă după care se supun proceselor de uscare și policondensare.

Pentru o tehnologie de finisare s-a urmărit gradul de încărcare cu spumă — densitatea spumei — capacitatea de livrare a spumei, unghiul de revenire din șifonare, diferența de culoare, rezistența la spălare la 40°C, rezistența la frecare uscată, sarcina la rupere și alungirea, analiza care confirmă că vopsirea din medii de spumă prezintă avantaje economice majore, corelate cu gradul de preluare a flotei. Astfel, gradul de preluare a soluției de colorant este mai mic pentru toate variantele cu spumă, comparativ cu vopsirea clasică prin procedeul de fulardare — uscare — termofixare, revenind pentru 100 000 m de țesătură, cu o greutate medie de 150 g/ml, un consum de 7,5 t apă prin procedeul cu spumă, în comparație cu 13,5 t prin procedeul clasic. De asemenea, din punct de vedere energetic, pentru încălzirea unui m³ de apă de la 20—100°C sînt necesare 131 kg abur, respectiv pentru procedeul cu spumă sînt necesare

982,5 kg abur, comparativ cu 1 768,5 kg abur — diferenţa de 786 kg abur reprezentînd importante economii.

Pentru varianta de vopsire cu coloranţi pigmenţi, fără afinitate faţă de suportul textil, s-a utilizat, ca liant, Romacrilul ER, iar pentru îmbunătăţirea capacităţii de revenire din şifonare Depremol.

Din datele experimentale s-a constatat o corelaţie între gradul de preluare a soluţiei şi intensitatea vopsirii.

Pentru această variantă de vopsire s-au obţinut rezistenţe la frecare uscată mediocre, explicabile prin mecanismul fixării colorantului pe fibră şi mai puţin de utilizarea unui anumit procedeu. Rezistenţa la spălare la 40°C este constantă pentru ambele variante, iar indicii fizico-mecanici suferă o diminuare faţă de proba martor (ţesătura nevopsită), care se încadrează în limitele date de folosirea agenţilor de finisare superioară.

Agentul de spumare utilizat (AGS) prezintă o capacitate de udare foarte bună, pentru care s-au realizat spume cu o densitate cuprinsă între limitele 0,046—0,16 g/cm^3.

În plus, utilizarea procedeului de vopsire cu coloranţi pigmenţi din medii de spumă prezintă mari avantaje economice concretizate prin reducerea consumului de apă şi abur cu 40% faţă de varianta clasică. Indicii calitativi ai procedeului de vopsire din medii de spumă au aproximativ aceleaşi valori ca şi cei obţinuţi prin varianta clasică. Generatorul de spumă poate asigura debitul de spumă necesar unor utilaje industriale, adaptarea realizîndu-se fără modificările utilajului existent, fiind necesară numai perfecţionarea sistemului de aplicare a spumei în vederea obţinerii unor vopsiri uniforme.

23.10.2.2. Instalaţie pentru apretarea din medii de spumă.

Prin apretarea din medii de spumă se reduce cantitatea de soluţie cu 50%, în comparaţie cu apretarea convenţională, care implică în unele cazuri impregnarea cu flote pînă la 200%, urmată de stoarcere pînă la 60—90%, după care se aplică uscarea. Instalaţia de apretare din medii de spumă (fig. 623) cuprinde generatorul — de apret — sub formă de spumă — şi maşina pentru depunerea apretului pe ţesătura în foaie întinsă.

Generatorul este compus din trei părţi principale :

— capul de mixare — antrenat de un motor electric cu turaţie variabilă — format din rotor şi stator, care are rolul de a genera spuma prin amestecarea energică a soluţiei de lucru cu aer. Şi rotorul şi statorul au montate radial ştifturi cu secţiune pătratică. Agitarea soluţiei se produce prin rotirea statorului cu maximum 400 rot/min. Spuma astfel formată este împinsă în condiţiile de aducţiune la aplicator de către aerul cu lichidul de lucru, care intră în capul de mixare. Debitul de mixare este variabil în domeniul 0,5—3,6 kg/min şi este sincronizat cu viteza ramei de uscat termofixat şi cu tipul de ţesătură ;

— pompa pentru apret cu motor cu turaţie variabilă. Pompa este alimentată cu soluţie de lucru dintr-un rezervor şi trimisă în capul de mixare în vederea amestecării, sub agitare puternică cu aer la presiune joasă ;

— instalația de alimentare cu aer la presiune joasă este echipată cu filtru separator de apă, reductor de presiune, ventil de comandă pneumatică — poziționare electromagnetică — comandat de tablou, regulator electronic de comandă. Instalația este echipată cu aparatură de automatizare electropneumatică capabilă să mențină constant raportul aer — soluție de lucru la orice debit de spumă. Debitul de spumă poate fi variat

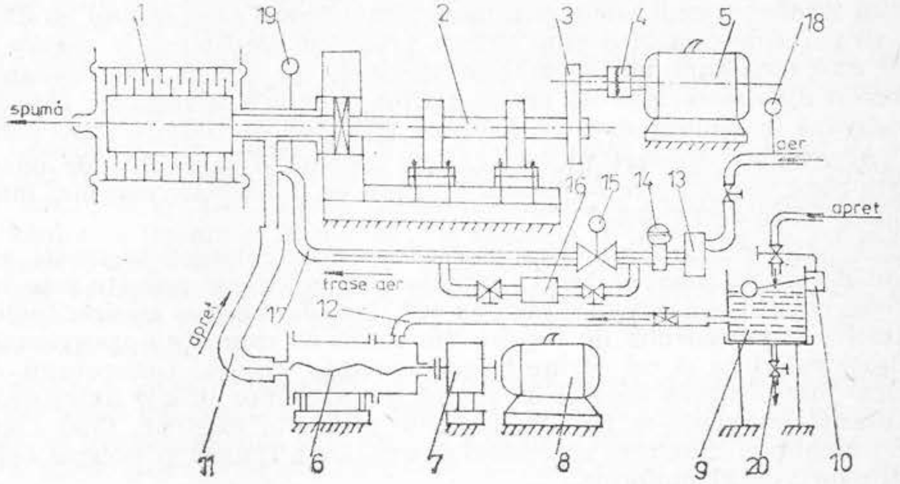


Fig. 623. Instalația de apretare din medii de spumă:
1 — corp de mixare (amestecare, spumare); 2 — arbore principal; 3 — angrenaj cu roți cilindrice; 4 — cuplaj; 5 — motor electric; 6 — pompă cu șurub; 7 — reductor 1 : 10 — 1 : 20; 8 — motor electric; 9 — cadă pentru apret; 10 — regulator de nivel pentru apret; 11 — conductă PVC; 12 — conductă de alimentare; 13 — vas expansiune aer pentru evitarea șocurilor; 14 — regulator de presiune; 15 — robinet reglare automată admisie aer cu comandă electrică; 16 — sistem de reglare admisie aer; 17 — conductă cu debit reglat pentru aer; 18 — manometru de 10 atm; 19 — manometru 1 atm; 20 — robinet golire.

automat în funcție de viteza de înaintare a țesăturii prin uscător, fapt ce asigură optimizarea întregului proces de lucru, prin cuplarea în bucla de automatizare a regulatorului de umiditate finală a țesăturii, existentă pe ramă;

— tabloul de comandă este prevăzut cu două convertizoare trifazice miniatură, pentru alimentarea motorului pompei de apret și a motorului ce acționează capul de mixare.

Mașina de apretare a țesăturilor în foaie întinsă (aplicatorul de spumă) permite depunerea apretului sub formă de spumă prin preluare de pe valț. În acest scop, apretul sub formă de spumă este depus într-o cadă cu pereți laterali mobili, funcție de lățimea țesăturii, cu partea inferioară construită dintr-un cilindru special — cu raclu pentru spumă — care, printr-o deplasare micrometrică, crează fanta prin care cilindrul cauciucat — ce formează un perete al căzii — preia spuma prin rotire și prin contact fără frecare și o depune pe țesătură. Fanta dintre raclu și cilindru poate fi reglată între 0 și 10 mm, fiind de lungime egală cu lungimea cilindrilor.

Legătura dintre generatorul de spumă și mașina pentru depunerea spumei pe țesătură este realizată printr-un tub PVC, transparent, cu inserție.

Mașina mai este prevăzută cu dispozitive cu perii pentru curățirea scamei și cu dispozitive pentru recuperarea spumei de pe porțiunea de cilindri peste care nu trece țesătura.

Pentru țesăturile tip bumbac se recomandă următoarele caracteristici ale spunei (ICT) : densitate 50—100 g/l; compoziție (apă, aer, produs de apretare și agenți de spumare); raport lichid — aer 1/10—1/20 la orice debit de spumă; debit lichid pentru spumă 0—300 l/oră; debit aer 0—600 l/oră; aer industrial 5—7 atm.

23.11. INSTALAȚII CU RADIAȚII ULTRAVIOLETE

23.11.1. Probleme generale

Învecinate ca lungime de undă cu spectrul vizibil, radiațiile ultraviolete dezvoltă o energie mai mare decît energia radiațiilor vizibile obișnuite.

23.11.2. Caracterizarea radiațiilor ultraviolete

Se cunoaște că spectrul reprezintă o ordonare a undelor electromagnetice după frecvențe sau după lungimile de undă în vid : $\lambda_v = c/v$. În general spectrul radiațiilor electromagnetice poate fi împărțit în trei regiuni : regiunea „undelor"; regiunea „optică"; regiunea „raze or".

În prima regiune sînt cuprinse undele radio (pînă la 10^9Hz) și microundele (între 10^9 și 10^{12} Hz). În această regiune, în domeniul frecvențelor joase, se includ curenții alternativi și undele de frecvențe acustice.

În regiunea „optică" sînt cuprinse radiațiile infraroșii (între 10^{12} și $4,3 \cdot 10^{14}$ Hz) radiațiile vizibile (între $4,3.10^{14}$ și $5,7\ 10^{14}$Hz) și radiațiile ultraviolete (între $5,7.10^{14}$ și 10^{16} Hz). Cea de a treia regiune cuprinde razele X și V.

Radiațiile ultraviolete sînt uzual definite ca radiații electromagnetice cu lungimea de undă cuprinsă între 40 și 4 000 Å. Aceste radiații sînt delimitate între razele X și spectrul vizibil. Inițial, prin termenul de ultraviolet se considera orice radiație cu lungimea de undă mai mică decît radiația violetă din spectrul vizibil. După descoperirea razelor X, domeniul UV a fost limitat atît la lungimi de undă mari, cît și la lungimi de undă mici. Spectrul UV nu este strict delimitat, deoarece domeniul vizibil învecinat, nu poate fi caracterizat cu precizie, datorită sensibilității diferite a ochiului uman, de la individ la individ. O rezolvare a fost definitivată de către Comisia Internațională de Iluminare, care a caracterizat spectrul vizibil, pentru scopuri practice, în domeniul de lungimi de undă cuprinse între 3 800 și 7 800 Å.

De-a lungul anilor, o dată cu dezvoltarea opticii, mai precis a spectroscopiei, domeniul radiațiilor ultraviolete a fost divizat în mai multe regiuni, după cum urmează :

—UV apropiat, în intervalul de lungimi de undă : 4 000—3 000 Å;

— UV mijlociu, în intervalul de lungimi de undă : 3 000—2 000 Å ;

— UV extrem, în intervalul de lungimi de undă de 1 000—100Å ;

Una dintre caracteristicile importante ale radiaţiilor UV este adîncimea de pătrundere. Efectul de pătrundere a radiaţiilor UV pentru lungimi de undă de 1 800—2 900 Å (în regiunea spectrului îndepărtat) este de 0,01—0,1 mm ; pentru UV cu lungimea de undă de 2 900—3 900 Å (regiunea spectrală îndepărtată) este de 0,1—1 mm şi pentru spectrul îndepărtat (lungimea de undă de 3 900—7 600 Å) de 1—10 mm.

O parte din radiaţia incidentă se reflectă pe frontul suprafeţei, iar o parte este absorbită la trecerea prin mediu, şi, o parte este reflectată de suprafaţă. În cazul sticlei aproape 4% din radiaţii sînt reflectate la fiecare trecere prin suprafaţa sticlă — aer (cînd radiaţia este normală pe suprafaţă).

Coeficientul de absorbţie este o funcţie care depinde de lungimea de undă. În general, solidele şi lichidele au benzi de absorbţie şi transmisie mai mari, în timp ce gazele şi vaporii pot avea discontinuităţi mari în transmisie. Marea majoritate a materialelor uzuale sînt mai de grabă buni absorbanţi decît elemente de transmisie a radiaţiilor ultraviolete.

Atenuarea ultravioletelor în aer este foarte nesemnificativă pentru distanţele uzuale în laborator, la lungimi de undă mai mari de 2000 Å.

Majoritatea polimerilor (din fibre chimice sau naturale) suferă un efect de fotoliză sub incidenţa ultravioletelor a cărei pondere este dependentă de lungimea de undă, impurităţi etc.

După identificarea atît pe suprafaţa ţesăturilor expuse la lumină, cît şi în capilarele acesteia, care s-ar forma prin iradierea oxigenului, preferabil sub presiune, cu radiaţii ultraviolete de lungimi de undă cuprinse în intervalul 1 400—1 900 Å, se obţine oxigen ozonizat. În cazul formării ozonului prin iradiere cu lumină ultravioletă, se obţin pentru fiecare cuantă de lumină două molecule de oxigen. Ozonul este unul din oxidanţii cei mai energici. Sistemul redox realizat în mediul acid posedă un potenţial normal de 1,90 la pH=0.

Datorită energiilor mari, cît şi posibilităţii de formare a H_2O_2 şi O_3 — agenţi de oxidare puternici — radiaţiile ultraviolete constituie factorul activ de intensificare a proceselor de oxidare a pigmenţilor naturali ai fibrelor celulozice.

Agenţii chimici utilizaţi frecvent în practica albirii ; ca : hidrosulfitul de sodiu, hipocloritul şi cloritul de sodiu, datorită caracterului predominant ionic nu au posibilitatea activării fotochimice în vederea efectuării unei transformări chimice. Spre deosebire de acestea, apa oxigenată se poate descompune prin mecanisme radicalice, deci poate fi activată fotochimic prin iradiere cu UV. Prin recombinarea radicalilor de acelaşi tip sau de tip diferit, se formează apa oxigenată şi oxigen. Apa oxigenată are un indice de refracţie apropiat de valoarea specifică a apei, fapt care nu stînjeneşte utilizarea radiaţiilor ultraviolete, deoarece soluţiile de albire utilizate în finisarea chimică sînt de regulă apoase. Potenţialele standard relativ mărite conferă produsului o reactivitate chimică mare. Astfel proprietăţile oxidante ale apei oxigenate sînt foarte puternice, iar cele reducătoare slabe.

Cinetica descompunerii apei oxigenate. Pornind de la reacţia bimoleculară de descompunere a apei oxigenate, teoretic aceasta ar fi trebuit

să urmeze cinetica unei reacţii de ordinul II, totuşi datele experimentale indică faptul că, această reacţie este de ordinul I. În funcţie de curbele concentraţie — timp, pentru descompunerea apei oxigenate în prezenţa şi absenţa radiaţiilor ultraviolete şi după determinarea vitezei de reacţie, s-a stabilit energia de activare a reacţiei de descompunere a apei oxigenate la 98°C. Prin interpolare pentru aceeaşi energie de activare în UV, s-a determinat temperatura de tratare de 63°C, adică cu 35°C mai mică decît temperatura utilizată în procedeul clasic. După trasarea curbelor privind cinetica descompunerii apei oxigenate în prezenţa silicatului de sodiu (ca stabilizator) pentru a caracteriza complet sistemul de albire cu radiaţii ultraviolete s-au trasat curbele caracteristice pentru reacţia de descompunere a apei oxigenate în prezenţa radiaţiilor UV şi a silicatului de sodiu.

23.11.3. Instalaţii de iradiere cu ultraviolete

În conceperea şi proiectarea unei instalaţii de iradiere cu UV se consideră ca premiză de bază condiţiile impuse de permitivitatea, absorbanţa şi reflectanţa UV a diferitelor componente utilizate în confecţionare. În acest sens se evită elementele de transmisie a radiaţiei bazate pe utilizarea oglinzilor la concentrarea clasică a fluxurilor luminoase prin efectul de reflexie al peliculei de argint, deoarece transmisia sticlei în UV are valori foarte mici, practic absorbanţa fiind de 100%. Incinta de iradiere se căptuşeşte cu folie metalică reflectorizantă pentru ca pierderile de radiaţie prin absorbţie să fie minime.

Radiaţiile ultraviolete sînt generate de una sau mai multe lămpi cu puteri variind de la 30 la 1 200 W. Instalaţia (fig. 624) se poate adapta

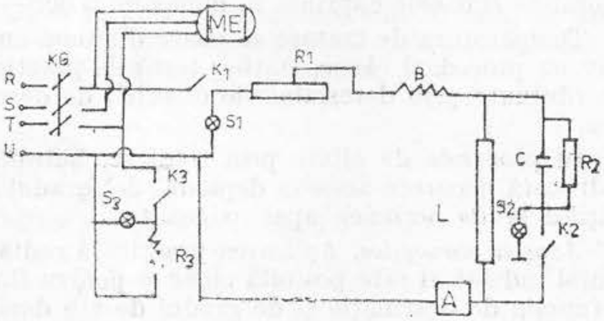


Fig. 624. Schema electrică a instalaţiei cu radiaţii ultraviolete.

uşor la diferite tipuri şi mărimi de lămpi precum şi pe orice tip de utilaj destinat albirii materialelor textile. În cadrul testărilor s-a utilizat o lampă cu putere variabilă între 0 şi 1200 W şi lungime de undă în domeniu 2 537 Å şi, respectiv în gama 3 000—4 000 Å. Lampa este centrată într-un curent de aer, vehiculat de un ventilator, prin intermediul unei tubulaturi exterioare.

Testările efectuate pe mai multe articole de in şi tip in, prin procedeul de albire cu ultraviolete au fost urmărite prin analize cu privire la

gradul de alb, hidrofilie, indici tensionali și difractograme cu raze X. Pe baza datelor experimentale rezultă că:

— în aceleași condiții de tratare, variantele de albire prin iradiere au un grad de alb superior, comparativ cu cele clasice;

— pentru toate duratele de tratare testate, radiațiile ultraviolete oferă posibilitatea unui grad de alb superior celui obținut în variantele clasice. Astfel, pentru durate de tratare de 60 min. s-a obținut un grad de alb pînă la 86%, pentru 30 min; de 80,40%, pentru 10 min; de 76,98 și 73,75% pentru 3 min.

Integritatea fibrei este afectată pentru durate de tratare mai mari de 30 min, cu 23%, în timp ce probele clasice cu numai 8%comparativ cu țesătura crudă. Corelarea tuturor parametrilor de albire în prezența ultravioletelor și la durate de 30 min, permite menținerea fibrei (diminuări sub 10%) în condițiile obținerii unui grad de alb corespunzător și a unei bune reactivități chimice a fibrei.

Radiațiile ultraviolete sînt mai eficace în cazul unei albiri grele (articole crude fără componente prealbite) cînd și întregul potențial de oxidare este folosit eficient.

Ca și în cazul unor albiri clasice, menținerea unei temperaturi uniforme în întregul sistem de albire este condiția principală în obținerea unui efect uniform pe toată suprafața materialului textil.

Ponderea cea mai mare în cazul acțiunii de albire o are efectul ultravioletelor asupra apei oxigenate și nu acțiunea directă a acestora asupra fibrei. Această acțiune specifică, favorizează obținerea unui grad de alb identic în toată masa fibrei pe de o parte, iar pe de altă parte, aceasta ușurează conducerea proceselor de albire precum și limitarea efectelor de degradare.

Creșterea puterii de emisie a lămpilor peste 600 W nu conduce la obținerea unor efecte de alb sporite, în timp ce lungimile de undă cele mai favorabile sînt cele cuprinse în domeniul 3 000—4 000 Å.

Temperatura de tratare se poate diminua cu cel puțin 30°C, comparativ cu procedeul clasic. Astfel, testările practice au confirmat rezultatele obținute prin determinările cineticii de descompunere a apei oxigenate.

În procesele de albire prin iradiere, hidrofilia substratului nu este modificată deoarece aceasta depinde de gradul de extracție a impurităților și de acțiunea apei oxigenate.

Aspecte economice. Aplicarea practică a radiațiilor ultraviolete în domeniul industrial este posibilă chiar și pentru fluxuri continue de albire. În funcție de destinație și de gradul de alb dorit — prin comparație cu procedeul clasic — radiațiile ultraviolete oferă garanția unor grade de alb superioare cu cel puțin 3%. Pe de altă parte, pentru obținerea aceluiași grad de alb, comparativ cu procedeul fără iradiere, se pot realiza economii energetice, prin reducerea consumului de abur, diminuarea concentrației de lucru a apei oxigenate, chiar dacă se folosesc consumatori suplimentari cum sînt lămpile UV și ventilatorul, totalizîndu-se o eficiență economică importantă.

Pentru procedee discontinue sau continue se poate lucra la o durată de 30 min la 98°C cu o concentrație între 6—10 ml/l H_2O_2, obținîndu-se un

grad de alb între 72—80%, funcţie de tipul articolului, cu o diminuare a sarcinei la rupere de 8—12% faţă de ţesătura crudă.

Utilizarea practică a lămpilor UV necesită confecţionarea unor panouri rabatabile cu folosirea uneia sau mai multor lămpi, funcţie de puterea lămpilor din dotare. Se preferă lămpi tubulare cu putere mai mare de 100 W, deoarece acestea oferă garanţia unei emisii predominante la lungimi de undă mai mari de 2600 Å. Lămpile se fixează într-un plan paralel cu foaia de ţesătură. Atunci cînd lungimea lămpii este mai mică decît lăţimea ţesăturii, se măreşte distanţa dintre lampă şi foaia de ţesătură. Această distanţă poate varia între 100 şi 1000 mm fără diminuarea efectului de albire. Panourile confecţionate din ferestre de sticlă, oferă o protecţie completă a operatorului, deoarece sticla cu grosime mai mare de 2 mm absoarbe complet radiaţiile ultraviolete.

Aplicarea noilor echipamente cu UV se poate efectua fără modificări însemnate pe utilajele existente în dotarea întreprinderilor. Cu unele precauţii datorate structurii specifice a celulozei, albirea cu radiaţii UV poate fi extinsă şi în industria bumbacului.

În procesul de albire, radiaţiile UV au o acţiune favorabilă asupra intensificării descompunerii apei oxigenate. Cercetările cinetice privind influenţa acestor radiaţii în mecanismul descompunerii apei oxigenate au pus în evidenţă posibilitatea micşorării temperaturii de tratare cu cca 30°C, fapt confirmat practic prin evaluarea comparativă a gradului de alb a ţesăturii cu şi fără iradiere. Din datele experimentale obţinute pe o instalaţie cu 1 200 W şi lungimea tubului de 350 mm, pe o ţesătură de in şi tip in, după trecerea printr-un fulard de laborator, reiese că radiaţiile UV, oferă perspective avantajoase privind reducerea aportului termic şi a concentraţiei de agenţi chimici de albire.

Pornind de la dezideratul principal de menţinere a integrităţii suportului textil, utilizarea radiaţiilor UV este mai adecvată proceselor semicontinuie şi continuie, adică la durate de tratare sub 30 min, la care şi pierderile de masă, respectiv ale gradului mediu de polimerizare sînt mai mici, aşa cum confirmă şi termogramele întocmite.

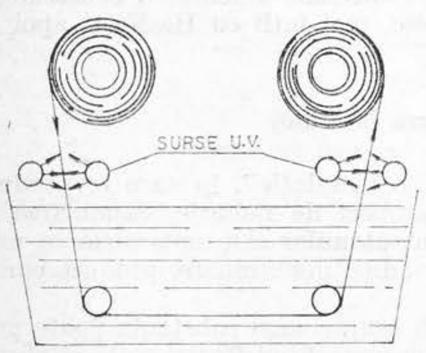


Fig. 625. Amplasarea tuburilor UV la jigher.

Echipamentele de iradiere cu UV, se pot adapta (fig. 625) cu investiţii reduse la procesele discontinuie şi semicontinuie pentru albirea ţesăturilor, prin amplasarea unei baterii de tuburi pe panouri, printre care este condus materialul textil la ieşirea din soluţie.

23.12. ECHIPAMENTE CU LASER

23.12.1. Probleme generale

Considerată ca una dintre cele mai importante descoperiri ale sec. XX-lea laserul, prin însemnătatea pe care o prezintă, ca energie ce poate fi folosită, în mai toate activitățile umane și în special, în ingineria tehnologică, se afirmă tot mai mult ca o sursă energo-intensivă.

Denumirea de LASER provine din limba engleză de la „LIGHT AMPLIFICATION BY SIMULATED EMISION OF RADIATION" (amplificarea luminii prin stimularea emisiei de radiații). De altfel laserul este o desvoltare a MASERULUI (MICROWAVE AMPLIFICATION BY STIMULATED EMISION OF RADIATION), adică amplificarea de microunde prin emisia stimulată a radiației.

Cele două fenomene, laser și maser, s-au impus și au fost aplicate, numai după cunoașterea structurii materiei, respectiv a structurii atomului.

Încă de la sfirșitul secolului trecut a fost semnalată existența unor rezonatori optici de tip Fabry-Perot, cînd fenomenul a fost sesizat la rubiniu artificial — mediu care se folosește și astăzi în emisiile laser cu corp solid.

Aspectele teoretice ale emisiei simulate ale luminii se cunosc din anul 1917, cind Einstein stabilește relațiile analitice pe baza formulelor lui Planck, cu privire la radiații. În anul 1958 au fost stabilite principiile dezvoltării și expermentările asupra laserilor, de către Schawlow și Tawnas — în același timp cu Prohorov și Basov — care propun aplicarea, și în domeniul undelor optice (laser), a principiului folosit la dispozitivele cuantice, care funcționează pe baza fenomenului de emisie stimulată a microundelor (maser).

În anul 1960 — după stabilirea aspectelor teoretice ale fenomenului — Mainman verifică experimental efectul asupra rubiniului. Un an mai tîrziu, A. Iawa realizează primul laser cu gaz (heliu și neon), și în anul 1962, după cercetările conduse în S.U.A. și construirea laserului cu He-Ne, acad. I. Agârbiceanu de la Institutul Politehnic București, construiește și experimentează primul laser românesc, mai întîi cu He-Ne și apoi cu CO_2.

23.12.2. Considerații teoretice asupra laserului

Prin laser se înțelege un sistem, „o instalație", în care se produce amplificarea luminii prin stimularea emisiei de radiație. Stimularea se realizează prin aplicarea asupra ionilor, atomilor sau moleculelor a unei energii de excitație, care în anumite condiții determinate, produce emisii de lumină.

Orientarea unui fascicul de lumină asupra unei substanțe poate produce mai multe fenomene, cele mai cunoscute fiind fluorescența și absorbția :

— dacă iradierea pe o anumită lungime de undă excită atomi activi și aceștia cedează spontan energie sub formă de cuante luminoase, apare fluorescența ;

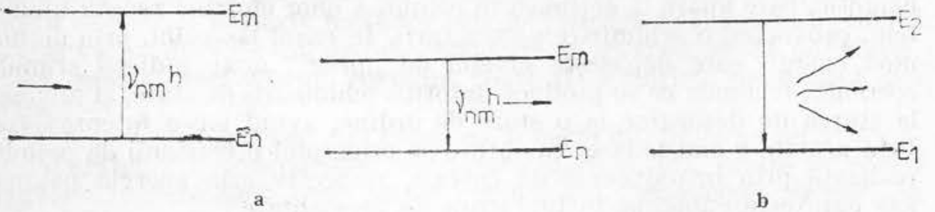
— dacă fluxul luminos, orientat spre substanță își pierde din intensitate, se produce absorbția.

În cazul materialelor fluorescente, fiecare atom excitat are posibilitatea de a emite radiații într-o anumită formă determinată, emisia producîndu-se într-un domeniu omogen, fenomen caracteristic materialelor solide, așa cum este de exemplu rubiniul. La materialele în stare gazoasă, atomii excitați produc emisia spontană pe un domeniu neomogen. Prin urmare, domeniul emisiei spontane depinde de substanța supusă excitației, în timp ce în cazul emisiei stimulate poziția și domeniul nu este o constantă a substanței.

Din punct de vedere al excitației — plecînd de la considerarea structurii atomului pe baza teoriei mecanice cuantice a lui Planck — Bohr a stabilit postulatul că, „dacă un sistem primește energia din afară, sistemul său își schimbă nivelul energetic și trece la un nivel superior prin absorbție de energie". Astfel, dacă se consideră atomul de hidrogen, care după cum se cunoaște, are un electron ce se rotește pe o orbită, electronul va face un salt pe o orbită mai îndepărtată de nucleu, în funcție de nivelul energetic primit. Această nouă stare este instabilă și, în anumite condiții, electronul va reveni pe orbita staționară, eliberînd sub formă de radiații o parte din energia absorbită în saltul de pe orbita mai îndepărtată.

Considerînd un oscilator de radiații luminoase și ținînd seama de teoria cuantelor, se poate stabili că energia dată de aceasta, rezultă de la primirea unei energii discrete bine determinată, care de fapt este un multiplu al unei cuante de energie elementară.

Dacă se consideră cazul a două nivele energetice E_m și E_n, trecerea de la nivelul E_n la nivelul E_m se va face cu absorbție de energie, iar pentru trecerea inversă fenomenul se produce cu emisie de energie, sub formă de radiații (fig. 626, *a*). Prin urmare trecerea de la starea E_m la starea E_n



a b

Fig. 626. Absorbție de energie:
a — emisie sub formă de radiații; *b* — emisie spontană.

se face cu emisie indusă. În cazul în care se produce sub influența acțiunii unei radiații, care are frecvența sistemului atomic, atunci emisia este stimulată (fig. 626, *b*);

23.12.2.1. Emisia laser

Se cunoaște că un sistem atomic în stare energetică fundamentală prin absorbție de energie, poate trece în stare excitată. Revenirea de la această stare la starea fundamentală va avea loc datorită interacțiunii

cîmpului electromagnetic, care face să se producă într-un rezonator „ciocniri” între atomii excitaţi şi fotonii de radiaţii avînd lungimea de undă corespunzătoare radiaţiei emise. Prin aceste ciocniri, în loc de un foton (cel incident), vor rezulta alţi doi fotoni, deci o undă mai puternică (fig. 627, *a* şi *b*). Dacă la rîndul lor cei doi fotoni vor stimula alţi fotoni aflaţi în stare excitată, vor rezulta patru fotoni şi aşa se va produce

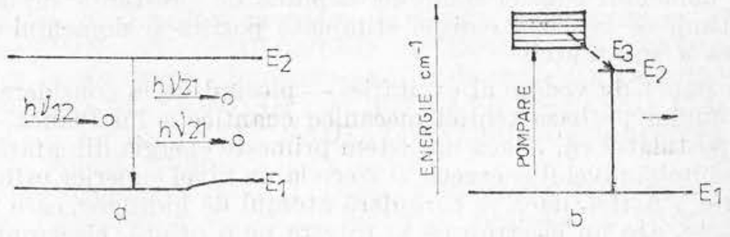


Fig. 627. Ciocniri între atomii excitaţi şi fotoni :
a — amplificare ; *b* — emisie.

o reacţie în lanţ, numărul fotonilor crescînd în progresie geometrică. Emisia are loc în mod simultan, ceea ce duce la amplificarea bruscă a undei incidente, astfel că, se obţine un fascicol deosebit de intens, coerent, monocromatic, direcţional, adică emisia laser.

Radiaţia emisă în mod stimulat, va avea loc şi va depăşi în intensitate pe cea absorbită numai în cazul în care numărul sistemelor atomice în stare excitată pe nivelul superior (N_m), va fi mai mare decît numărul sistemelor neexcitate de pe nivelul inferior (N_n). Acest fenomen este denumit „amplificarea radiaţiei luminoase” sau inversiunea de populaţie între cele două nivele energetice ale sistemului. Fenomenul este un proces sinergetic, care apare la acţiunea în comun a unor eforturi asupra unui sistem, provocînd o schimbare a structurii. În cazul laserului, prin acţiunea unei energii care depăşeşte nivelul de „prag”, apar radiaţii stimulate coerente, fenomen ce se produce datorită schimbării de stare, şi anume de la starea de dezordine la o stare de ordine, avînd loc o fotoorganizare. Prin urmare o emisie laser se obţine pe principiul inversiunii de populaţie realizată prin introducerea de energie, respectiv prin energia pompată, aşa cum este cunoscut în literatura de specialitate.

23.12.2.2. Tipuri de rezonatoare

Interacţiunea dintre radiaţiile electromagnetice şi substanţa activă se produce în mod eficient într-un spaţiu denumit rezonator. Din punct de vedere constructiv, un sistem de rezonanţă este asemănător cu interferometrul Fabry-Perot, care se compune din două suprafeţe reflectoare (oglinzi) plane, paralele, aşezate la o anumită distanţă *L*. Spaţiul în care are loc procesul de amplificare a radiaţiei luminoase conţine de fapt o substanţă activă. Pentru realizarea inversiunii de populaţie, forma oglinzilor de capăt poate fi o suprafaţă plană — rezonator tip Fabry-Perot

(fig. 628) suprafață sferică — avînd o anumită curbură, purtînd numele de rezonator concentric (fig. 628, *a*) sau o suprafață confocală (fig. 628, *b*). Sistemul de oglinzi sferice sau parabolice are avantajul că nu impune o precizie prea ridicată pentru poziționarea și prelucrarea suprafețelor, așa cum este în cazul oglinzilor plan-paralele. Construcția care asigură o

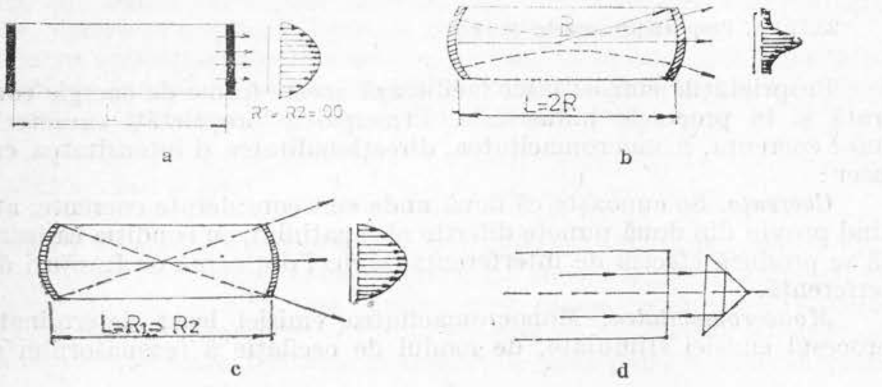


Fig. 628. Tipuri de rezonatoare:
a — rezonator Fabry — Perot : *b* — rezonator concentric ; *c* — rezonator confocal ; *d* — rezonator cu prismă.

reflecție totală este aceea la care oglinzile de capăt se înlocuiesc cu o prismă (fig. 628, *c*).

Realizarea emisiei laser depinde de caracteristicile rezonatorului prin care se obține inversiunea de populație. Dacă se consideră un cristal prismatic dintr-un material cu proprietăți laser, avînd cele două suprafețe reflectoare, toate undele care vor fi orientate spre aceste suprafețe, se reflectă în cristal. Reflexia fotonilor care se propagă în lungului mediului activ se va produce de mii de ori, obținîndu-se inversiunea de populație, și deci, emisia laser. Forma corpului poate fi cilindrică, prismatică sau sferică.

În rezonatorii deschiși, din cauză că, o parte din unde nu au o orientare favorabilă, în direcția axei rezonatorului, după mai multe reflectări neregulate, aceste unde vor părăsi rezonatorul, producînd pierderi în procesul de amplificare. Și la rezonatorii stabili — la care fasciculul este astfel reflectat încît se menține în rezonator — se constată pierderi. Asemenea pierderi, mici în valoare, se datorează în deosebi faptului că, fascicolul de fotoni orientat pe oglinzile rezonatorului se va dispersa din cauza unui fenomen similar cu cel ce se produce la trecerea fascicolului printr-o diafragmă. Studiul gradului de schimb, dintre unda electromagnetică (lumina) și substanța care conține atomii activi ce pot da naștere fenomenului de absorbție și emisie, se bazează pe teoria cuantelor mecanice, deci a emisiei laser. Dacă numărul atomilor mediului activ este suficient de mare, astfel ca să se poată compensa pierderile din cavitatea de rezonanță și mediu, se va putea atinge condiția pentru generarea radiației electromagnetice pe un mod (distribuție staționară a cîmpului electromagnetic, avînd frecvența bine determinată) și cu o frecvență proprie.

Studiul modurilor posibile într-un rezonator optic, se bazează pe teoria scalară a difracţiei, în care se consideră că vor constitui moduri ale rezonatorului, acele distribuţii de cîmp pe oglinzi, care se produc pînă la un anumit factor şi pe oglinda opusă. Prin urmare, oscilaţiile rezonatorului sînt diferite de intensitatea fascicolului de unde incidente pe prima oglindă şi care se reproduc şi pe cea de a doua.

23.12.2.3. Proprietăţile emisiei laser

Proprietăţile emisiei laser facilitează aceste forme de energie concentrată şi în procesele industriale. Principalele proprietăţi caracteristice sînt : coerenţa, monocromacitatea, direcţionalitatea şi intensitatea emisie laser :

Coerenţa. Se cunoaşte că două unde sînt considerate coerente, atunci cînd provin din două puncte diferite ale spaţiului, cu condiţia ca între ele să se producă efectul de interferenţă, şi deci obţinerea de franjuri de interferenţă.

Monocromacitatea. Monocromacitatea emisiei laser determinată de procesul emisiei stimulate, de modul de oscilaţie a rezonatorului şi de

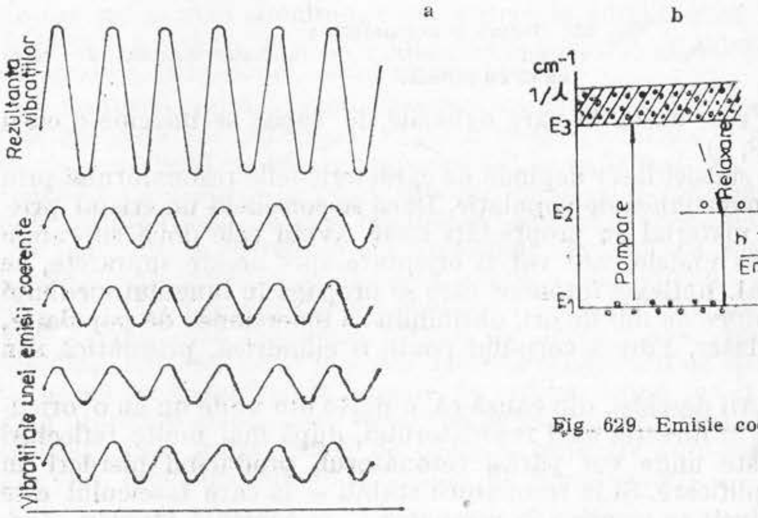


Fig. 629. Emisie coerentă.

lărgimea naturală şi lungimea specifică (efectul Doppler) a tranziţiei atomice. Monocromacitatea emisiei laser este funcţie de selecţia modurilor de oscilaţie, adică de calitatea rezonatorului.

Direcţionalitatea. Sursele de lumină, în general au un unghi de divergenţă foarte mare, spre deosebire de fascicolul laser, care se caracterizează printr-un unghi de divergenţă foarte mic. Pentru un laser cu mediul solid, unghiul de divergenţă are valori de ordinul 0,1—1°, iar pentru laserii cu mediul gazos, unghiul de divergenţă este sub un minut, adică direcţionalitatea emisiei laser este foarte bună şi depinde de felul obţinerii radiaţiei laser. Mărimea spaţiului luminos focalizat, depinde de divergenţa unghiulară şi de distanţa focală a lentilei de focalizare.

Intensitatea emisiei laser. Emisia stimulată se caracterizează printr-o emisie foarte rapidă a sistemelor atomice excitate. Se realizează astfel densități mari ale radiației generate de sistemele laser, datorită faptului că secțiunea și unghiul solid sub care se produce emisia sînt foarte mici. În aceste condiții se poate realiza o intensitate foarte mare ca o consecință a direcționalității și a coerenței spațiale a fascicolului laser. Cu toate acestea, din cauza pierderilor interne, odată cu creșterea concentrației materiei active se impune o limitare a puterii laserului.

Pentru aplicațiile practice este important să se cunoască densitatea de putere, în funcție de care, se stabilesc condițiile de aplicare ale emisiei laser, pentru efectuarea unor operații în diferite procese.

23.12.2.4. Tipuri de laseri

Laserii cu corpi activi solizi. Folosesc materiale dielectrice sau combinații ale acestora. Pentru creierea stării de emisie laser se impune ca aceste substanțe să aibă cel puțin trei nivele energetice situație ce corespunde de fapt pentru rubin. Se preferă ca nivelul superior să aibă o lățime mai mare, deoarece în acest fel o mare parte a energiei pom-

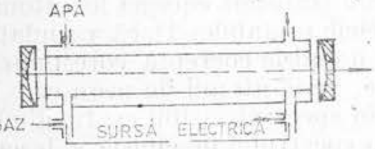


Fig. 630. Schema laserului cu CO_2 de 100 W.

pate, nemonocromatică, poate fi absorbită, realizîndu-se excitația prin trecerea electronilor de la nivelul fundamental la nivelul superior (în cazul rubinului, de la nivelul unu la nivelul trei). De la această stare instabilă deoarece constanta de timp este sub 10^{-7} s — electronii vor trece foarte rapid la nivelul doi. Diferența de energie între cele două nivele se transformă în căldură (emisie spontană).

Întrucît durata stării la nivelul doi este foarte mare (la rubin 3 s), apare condiția de inversiune de populație între nivelele 2 și 1. Astfel se va produce între aceste nivele, emisia laser (emisie indusă). Deoarece la substanțele cu trei nivele energetice este necesar să se producă excitația la mai mult de 50% din atomii activi, trebuie să fie utilizată o putere de pompare foarte mare. Din aceste motive, practic dintre substanțele cu trei nivele numai rubiniul folosește la generatoarele laser. Cele mai multe materiale cristaline folosite la instalații laser au patru nivele energetice.

Cu toate că, rubinul prezintă unele dificultăți privind procesul obținerii inversiunii de populație și din cauză că, are numai trei nivele energetice, ceea ce impune o energie de pompaj ridicată, pentru atingerea nivelului de „prag" (pentru emisie fiind necesară o cuantă de energie de 1,79 eV), totuși este materialul cel mai frecvent folosit, deoarece prezintă o serie de caracteristici mecanice și termice favorabile. Rubinul este un oxid de aluminiu în care o parte din atomii de aluminiu sînt înlocuiți cu crom (Al_2O_3 :Cr). Ionii de crom (Cr^{+3}) formează de fapt substanța activă. Pentru laser se folosesc cristale cu conținut în greutate de 0,006 pînă la

0,7% Cr. Barele de aluminiu pot avea forme diferite, cea mai frecvent folosită fiind aceea cilindrică. Dimensiunile uzuale pentru lungimi sînt 20—30 mm şi pentru diametru 5—20 mm.

Laserii cu substanţe active gazoase. Substanţele gazoase, ca urmare a caracteristicilor favorabile cum sînt monocromacitatea foarte ridicată, spectrul de o mare puritate, frecvenţa de o stabilitate foarte bună se folosesc pe o scară foarte largă în construcţia generatoarelor laser. Acestea au în general o emisie continuă, dar în anumite condiţii se pot obţine emisii şi sub formă de impulsuri. Laserii cu gaz pot fi de trei tipuri : cu gaz ionic, cu gaz atomic şi molecular cu patru atomi neutri. Cei cu gaz atomic şi cu gaz ionic pot funcţiona şi în impulsuri.

Pentru obţinerea inversiunii de populaţie se pot folosi sisteme de pompare optice, descărcări electrice de curent continuu sau de înaltă frecvenţă. Aceste instalaţii sînt simple, mai economice şi dau o emisie destul de stabilă, obţinîndu-se puteri de ieşire foarte mari.

Pentru laserii atomici, emisia laser se obţine prin interacţiunea atomilor celor două gaze — heliu şi neon — în proporţie 6 :1 — care au nivele energetice apropiate. În funcţie de durata de excitaţie a nivelelor se produce inversiunea de populaţie. Excitaţia amestecului se face prin heliu iar emisia prin neon. Descărcarea în gaz produce şocuri de electroni, făcînd ca, atomi de heliu excitaţi să treacă pe nivelul superior. Prin ciocnirile neelastice dintre atomi, atomii de heliu transmit energia lor atomilor de neon, făcînd să salte la unul din nivelele nestabile. Dacă populaţia nivelului de neon este saturată, se produce o emisie coerentă corespunzătoare tranziţiei la nivelul superior, de unde, apoi, atomii de neon cad la nivelul fundamental. Se pot obţine emisii în spectrul vizibil cu lungimea de undă pînă la 6328 Å. O limitare exactă a spectrului de emisie a laserilor cu heliu — neon, nu este posibilă. Gradul de excitaţie a unui laser cu He — Ne depinde de densitatea curentului electric folosit la descărcări, de conţinutul amestecului de gaz, de presiunea şi dimensiunile tubului în care se produce inversia de populaţie.

Datorită faptului că excitaţia se face simplu, nu este necesară răcirea electrozilor. Selectarea lungimilor de undă se poate face prin oglinzile reflectoare. Lărgimea liniei spectrale a laserului cu He-Ne este aproximativ de 10^{-4} ori mai mică decît aceia a laserului cu rubiniu, aceasta oscilînd între 10 KHz şi circa 1,5 GHz.

În principiu, construcţia unui laser cu H_2-Ne, constă dintr-un tub de cuarţ de 10—15 mm diametru şi o lungime de 800—1000 mm; pentru puteri mai mici se înţelege că dimensiunile sînt mai reduse. Puterea de ieşire la acest tip de laser este destul de mică în jurul a 100 mW în condiţii de frecvenţă stabilizată.

Pentru obţinerea unor laseri cu puteri mai mari, cercetările au fost orientate spre folosirea ca substanţă activă a mediilor inerte sub formă de gaz sau vapori, care să fie supuse unei puternice ionizări (Ar, He, Kr, Ne, Xe precum şi Br_2, Cl_2, P, S). Laserii din această categorie dau în mod predominant emisii sub formă de impulsuri şi numai în anumite condiţii bine determinate se pot obţine emisii continuie. Pentru ionizarea substanţei se folosesc descărcări în curent electric continuu, fiind necesar un curent foarte puternic, ce poate ajunge la 1000 A/cm² sau un curent de înaltă frecvenţă. La descărcarea în gaze se produce un transport de ioni în con-

diții de circulare a gazului în tub la o presiune constantă, realizîndu-se excitația directă a nivelelor atomice. În afară de faptul că se pot obține emisii de puteri mai mari decît la laserii cu He — Ne, laserii ionici au avantajul că emit pe unde scurte în spectrul apropiat de violet și ultraviolet, ceeace face să fie ușor sesizat chiar și cu ochiul liber.

Tipul reprezentativ a laserilor ionici este cel cu Ar, la care presiunea de lucru este de 0,05—0,5 tori, în funcție de diametrul tubului; la diametre mari corespund diametre mai scăzute. Acești laseri au un randament scăzut (0,01—0,1%) datorită eficienței slabe a pompajului electronic. Are utilizări limitate (iluminare sub apă și ca sursă de pompaj pentru alți laseri).

Laserii moleculari. Prezintă avantajul că pot atinge, din punct de vedere teoretic, randamente de pînă la 45%, în comparație cu randamentele de 35% obținute experimental. Asemenea randamente ridicate se explică prin caracteristicile duratei medii de viață a stării metastabile vibraționale. Starea energetică a moleculei nu depinde numai de energia internă a atomilor, ci și de mișcările oscilatorii ale acestora în interiorul moleculei. Dintre laserii moleculari cei mai utilizați sînt cei cu CO_2. Construit în prima variantă prin folosirea CO_2-lui pur cu o lungime de undă în zona spectrului infraroșu (10,6 nm) și un randament scăzut, laserul celei de a doua variante constructive, bazat pe folosirea unui amestec format din $CO_2—N_2$ și He sau CO_2-vapori de apă, a oferit randamente favorabile și în continuare o dezvoltare permanentă. Fenomenul de excitație se produce în mod similar ca și la laserii cu He-Ne, în acest caz pomparea realizîndu-se prin excitația moleculelor de azot, prin care se transmit apoi prin șoc moleculelor de CO_2. Dacă excitarea se produce la nivelele superioare, atunci se realizează o excitare selectivă a moleculei de CO_2. Obișnuit, excitația moleculelor de CO_2 se produce prin rezonanță, azotul avînd nivelul de rezonanță foarte apropiat de nivelul CO_2-ului diferența fiind doar de 18 unități. Prezența azotului în mediu activ oferă avantajul că aceasta se poate exercita printr-o descărcare în gaz. Chiar la presiuni joase numărul moleculelor de azot în stare oscilatorie poate atinge 10—13% din numărul total de molecule din rezonator. Prezența heliului în amestec contribuie la creșterea performanței laserului cu CO_2 și N_2 prin faptul că, face ca luminiscența descărcării să fie concentrată spre centrul tubului, reducîndu-se astfel difuzia moleculelor de CO_2 spre pereții tubului. În plus, heliul contribuie la accentuarea inversiunii de populație prin faptul că la nivelele inferioare acționează ca dezexcitant, iar, cu modificarea impedanței descărcării, favorizează creșterea valorii curentului ce trece prin tub.

Din punct de vedere constructiv, un generator cu laser (fig. 630) se compune dintr-un tub de sticlă pirex cu pereți dubli, între care circulă agentul de răcire, la cele două capete ale tubului sînt oglinzile de reflexie de formă plană sau concav — confocale. Pentru laseri de puteri mici oglinzile pot fi din materiale dielectrice ca : Ge, Se, Zn, compuse din mai multe straturi. Pentru ieșiri de puteri mari, oglinzile trebuie confecționate din materiale care să asigure o durabilitate mai mare. În cazul în care oglinzile nu au transparență pentru partea de emisie, atunci se prevede un orificiu prin care se va produce emisia. Puterea de ieșire a laserilor cu CO_2 depinde de lungimea și diametrul tubului, tubul putînd să atingă lungimi foarte

mari. Acestuia i se poate da o formă de „U" sau de elemente paralele, la care s-a asigurat condiția de lungime prin reflexie, cu ajutorul unei prisme. Pentru o construcție formată din 44 tuburi paralele de cîte 7 m lungime fiecare, cuplate între ele prin prisme, s-a putut obține o putere de ieșire de 1,5 kW. Perfecționările au fost orientate din punct de vedere constructiv spre posibilitatea recirculării gazului în vederea unui mai bun schimb de căldură și reducerea lungimii tubului, pînă la 1 m cu diametrul de 40 mm, obținîndu-se puteri pînă la 1 kW. În cazul pompării transversale pe tuburi cu lungimi mici, s-au obținut puteri pînă la 60 kW, fără ca această performanță să constituie limita superioară a puterii.

Laserii cu mediu activ lichid și cu semiconductori. Acești laseri asigură puteri mai mari, însă prezintă dificultăți de ordin constructiv. Cei cu mediul activ lichid prezintă avantajul unei omogenități optice bune întrucît se găsesc într-o concentrație foarte ridicată cu particule active. De asemenea, lichidul oferă posibilitatea de răcire mai eficientă.

Spre deosebire de alte tehnologii convenționale, utilizarea laserului în prelucrarea materialelor textile prezintă următoarele avantaje :

— în funcție de densitatea de energie se poate ajunge la o modificare a suprafeței, o topire locală sau evaporare ;

— unghiul de incidență poate fi modificat optic, ceea ce oferă avantajul unei pătrunderi uniforme a fasciculului ;

— randament energetic ridicat, în special la laserii cu bioxid de carbon care prezintă un mediu mai puțin dens ;

— energia electromagnetică eliberată de cavitatea rezonantă se folosește integral sau cu pierderi mici și nu necesită nici un mijloc de transport ;

— fasciculul laser nu exercită nici o forță fizică asupra obiectului către care este orientat, ceea ce permite folosirea lui la viteze mari.

Dirijarea unui fascicul laser asupra unui material prin absorbția luminii va provoca o modificare a stării termice a materialului.

La prelucrarea cu fascicul laser — operație ce se desfășoară prin modificarea stării termice a materialului — o importanță deosebită o prezintă coeficientul de absorbție a radiațiilor electromagnetice. Spre deosebire de metale la care coeficientul de absorbție este foarte mic (3,4% pentru Al ; 9,4% pentru Ti) fibrele textile prezintă coeficienți de absorbție ce pot atinge 98% și depind în mare măsură de natura fibrelor și de lungimea de undă a radiațiilor electromagnetice. De asemenea, coeficientul de absorbție depinde de gradul de alb al materialului textil ce influențează densitatea de energie de prelucrare.

Prin utilizarea fasciculului laser, la incidența fasciculului cu materialul, datorită interacțiunii dintre cîmpul radiant și atomii substanței, în cadrul ciocnirilor care se produc între fotoni și electroni, energia luminoasă se transformă în energie calorică care se va transmite de către electroni în rețea din aproape în aproape, în sistem prin convecție, modificîndu-se în acest fel starea termică a materialului, energia optică transformîndu-se instantaneu în energie calorică. Viteza de difuzie a căldurii în material va fi cu atît mai mare cu cît conductibilitatea termică a acestuia va fi mai mare. Pătrunderea frontului termic este de 2—3 ori mai mică decît adîncimea de pătrundere, penetrare, a undei laser. Modificările stării termice vor fi determinate de densitatea de energie absorbită pe

unitatea de suprafață. Dacă densitatea este mică, astfel că nu se poate atinge limita caracteristică schimbării stării de fază (topire, evaporare) ci se va produce numai o încălzire a materialului, transferul de căldură realizîndu-se numai pe baza efectului de termoconductibilitate. În timpul modificării termice, proprietățile termofizice și termooptice vor avea alte valori. Adîncimea stratului încălzit se modifică pe măsură ce frontul termic pătrunde în material datorită termoconductibilității.

Energia în impulsurile generatorului de cuante optice la o durată de 10^{-3} s ajunge la 1,5 joule. În asemenea doze, pe lîngă modificările mărimii regiunii distruse, se dezvoltă și procesul de creștere a fisurilor. Emanația impulsurilor optice în intervalul de lungime de undă de 25 000—6 000 nm provoacă schimbarea proprietăților polimerilor. Apar și microcavități ce se umplu cu gaz, precum și fisuri în care are loc reflecția luminii. Dezvoltarea fisurilor se produce în formă de discuri cu orientări neregulate.

Radiația laser poate să excite moleculele în domeniul IR. Fibrele textile se caracterizează printr-un procent maxim de absorbție în domeniul 7—15 nm.

În polimeri se introduc cratere, deci radicali, a căror mărime depinde de densitatea de iradiere.

Monomerii cu legături duble sînt transformați în radicali prin acțiunea energiei laser.

Prin aplicarea dublă a iradierii, înainte și după fulardare cu monomeri, se obțin modificări de suprafață ale fibrelor hidrofobe. Însă monomerul conține gruparea — CO — NH_2 — ce va creia la suprafața polimerului în timpul vopsirii un strat concentrat de colorant și se va mări transferul de masă. În acest sens, prin dispersia fasciculului laser pe materialul textil prelucrat în flux continuu va avea loc intensificarea procesului de vopsire a materialelor din fibre Pes cu coloranți de dispersie.

23.12.2.5. Tehnici de aplicare a fasciculului laser

a. În vederea punerii în evidență a acțiunii laserilor în procesul de finisare (tratare neșifonabilă) s-a aplicat fulardarea clasică, uscarea și apoi condensarea în prezența acțiunii unui laser cu bioxid de carbon, cu lungimea de undă caracteristică de 10,6 nm și densități de energie radiantă de 4 W/cm² și de 30 W/cm², la diferite durate. Tratamentul de fulardare s-a efectuat după rețeta clasică (reactant G_1 ; $AlCl_3 6H_2O$; NH_4Cl), și grad de stoarcere de 100%. Efectele acțiunii laser urmărite atît prin unghiul de revenire din șifonare, cît și prin spectroscopie în infraroșu au arătat că, valorile maxime ale unghiului de revenire din șifonare se obțin la durata de tratare de 5 s și densitate de energie de 7 W/cm² pentru prima variantă, și de o secundă și densitate de energie pentru a doua variantă de 30 W/cm².

Prin analize spectrale în infraroșu s-a urmărit modificarea cristalinității celulozei și implicit a sistemului fibră-produs de condensare pe un aparat Specord IR — 75, folosindu-se tehnica pastilării. Din corelarea valorilor unghiului de revenire din șifonare cu cristalinitatea a rezultat că, pentru duratele de tratare de 5 s, respectiv 10 s și densitățile de energie

de 7 W/cm^2 şi 30 W/cm^2, cristalinitatea scade de la 1,5 la 1,44 pentru prima variantă şi la 1,35 pentru a doua variantă.

Asemănător tratamentelor cu radiaţii infraroşii, aplicate în finisarea produselor textile, prin cercetările efectuate cu sursa laser care emit în domeniul infraroşu, s-a urmărit reducerea duratelor de tratare pentru tratamentele de neşifonabilizare.

b. Un alt domeniu de aplicare a energiei laser este la pregătirea tricoturilor tubulare în vederea imprimării. Tricoturile, în general, dar mai ales tricoturile glat, cu o singură faţă, se caracterizează printr-o stabilitate dimensională redusă, care este şi mai mult diminuată în procesele umidotermice de finisare. Asigurarea unei deformaţii minime a tricotului, prin despicare cu energie laser şi evitarea rulării marginilor tăiate, prin aplicarea unui apret pe o lăţime de 5 cm, care să rigidizeze marginile tricotului, au condus la utilizarea integrală a suprafeţei tricotului în procesul de imprimare, imprimînd toată suprafaţa tricotului, deci diminuarea pierderilor. Prin evitarea fenomenului de rulare a marginelor, după despicarea tricotului tubular, se micşorează pierderile asigurîndu-se în plus o bună stabilitate a produselor confecţionate. Rularea împiedică imprimarea uniformă a peliculelor de pastă de imprimat pe întreaga lăţime. Pe utilajele existente tricotul este despicat cu un disc de tăiere fiind solicitat la tensionare atît pe direcţie longitudinală cît şi transversală. Prin tăiere cu energie laser, se evită tensionarea în zona centrală a ramei, acolo unde acţionează cuţitul de tăiere, fibrele chimice fiind topite în zona de tăiere şi deci se sudează între ele impunînd un grad de libertate.

În ansamblu, tehnologia constă în apretarea cu minimum necesar (1—2% Medacril EHD) al întregii suprafeţe; conducerea operaţiilor ulterioare fără tensionare şi cu timp de relaxare între faze, fără tensionare, şi apoi apretarea unei lăţimi de 40—60 mm pe o maşină industrială echipată cu dispozitive moderne de aplicare a apretului (cu un microdozator de spumă), cu uscare imediată a peliculei cu RI şi despicarea tricotului cu fascicol laser.

Pe noua maşină tehnologia se aplică în următoarele etape:

— depunerea agentului de peliculizare, în vederea rigidizării pentru despicare — din medii de spumă (grad de spumare 1: 7, un ml soluţie fiind distribuit din mediu de spumă pe o suprafaţă de 40 mm × 1000 mm), reducîndu-se astfel cantitatea de apă la 25% şi implicit consumul de energie precum şi eliminarea pompelor auxiliare de dozare;

— uscarea şi polimerizarea concomitentă prin convecţie şi radiaţie (uscătorul fiind prevăzut cu două schimbătoare de căldură — pentru aer cald şi cu RI); temperatura aerului de preîncălzire (de la 20 la 200°C) şi a radianţilor, reglabilă pe intervalul de 20. . . 70°C, la distanţa de 2 cm de radiant;

— despicarea tricotului — cu fascicul laser, de tip molecular cu CO_2 la o putere de 30 W şi densitate de energie în urma focalizării 300 W/mm^2 — cu o viteză de 5—15 m/min, în funcţie de structura tricotului;

— sistemul de transport sincron, cu automatizare şi control (fig. 631) prin asigurarea interdependenţei dintre următorii parametri de lucru: viteza de deplasare, cantitatea de spumă, temperatura de uscare şi polimerizare, umiditatea finală şi tensionarea. Creşte astfel productivitatea şi se elimină fazele tehnologice anterioare de apretare totală şi de uscare şi poli-

merizare a întregii suprafețe, precum și fazele de egalizare în vederea pregătirii pentru imprimare; se reduce consumul de substanțe chimice și de energie datorită depunerii uniforme din mediu de spumă.

Tricoturile din bumbac și bumbac — poliester, tăiate cu fascicul laser la diferite viteze de debitare s-au comparat cu tricoturile despicate prin procedeul clasic. S-a urmărit influența tratamentului prin fotografii

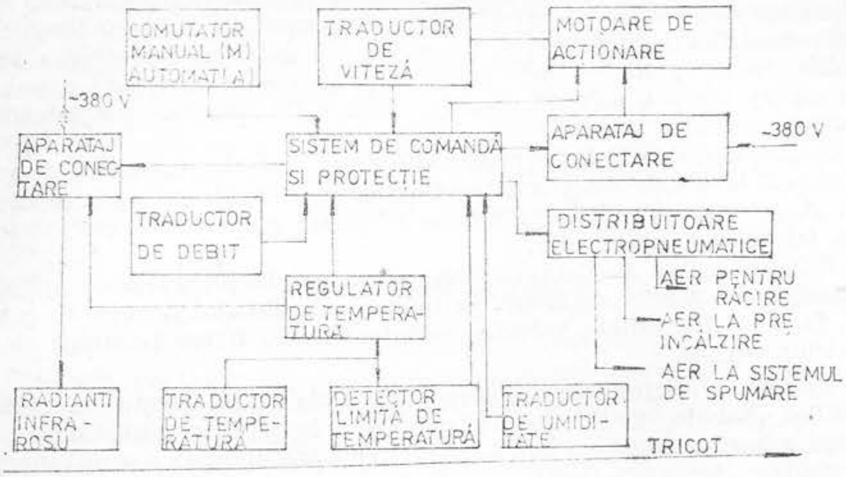


Fig. 631. Sistemul de sincronizare, automatizare și control.

microscopice și s-a pus în evidență efectul de margine prin difracția cu raze X și analiza termică a fibrelor din șirul marginal de tăiere.

Fotografiile microscopice reliefează faptul că sub acțiunea radiației laser despicarea este mult mai uniformă și ochiurile de tricot nu sînt deformate în comparație cu procedeul clasic de tăiere.

Pentru tricotul cu conținut de fibre sintetice, în urma despicării cu fascicul laser, marginea se surfilează, fapt ce împiedică deșirarea ochiurilor marginale și, implicit, rularea acestora.

Analiza efectului de margine s-a efectuat prin difracție cu raze X.

Pe cele două tricoturi s-au analizat, prin difracție cu raze X, fibrele din zona de despicare în urma aplicării procedeului clasic și a celui cu laser, pe un aparat cu raze X, Dron 2, în următoarele condiții: tensiunea 34 kV, intensitatea curentului de înaltă tensiune 19 mA, filtru de nichel, radiația din cupru. Din analiza datelor de difracție, rezultă că, în cazul tricotului din bumbac, în urma despicării cu fascicul laser, are loc o creștere a gradului de orientare a lanțurilor macromoleculare, probabil datorită formării grupelor carboxilice cu o tendință mai mare de a forma legături de hidrogen; de asemenea, creșterea dimensiunii medii a cristalitelor.

Pentru tricoturile de bumbac — poliester cristalinitatea scade, în condițiile folosirii jetului de aer pentru îndepărtarea componentelor volatile, de la 48,5% pentru varianta de despicare clasică, la 24,4% pentru varianta neconvențională. În acest caz, se presupune o afinare a compo-

nentei poliesterice datorită destrucției termice și răcirii bruște de la temperatura atinsă la despicare, la temperatura mediului.

Termogramele înregistrate pe un derivatograf tip MOM la o viteză de încălzire de 10°C/min și o viteză de înregistrare de 5 mm/min în atmosferă de aer, confirmă creșterea ordonării lanțurilor macromoleculare pe seama creșterii coeziunii interne, la despicarea cu laser, precum și modificarea cristalinității fără influențe asupra suportului textil.

Prin acest procedeu tehnologic, pe lîngă reducerea pierderilor se valorifică superior materia primă. Prin despicare cu fascicul laser nu se produc modificări de structură (raportul desimilor pe cele două direcții). Rigidizarea marginilor — prin aplicarea din medii de spumă a substanțelor de apretare — asigură condiții optime de imprimare a tricoturilor cu masă specifică redusă.

Pentru tricoturile cu conținut din fibre sintetice, în urma despicării cu fascicul laser are loc prinderea fibrelor și a firelor în topitura de polimeri și, ca urmare, scade gradul de libertate al acestora, evitîndu-se în acest fel rularea marginilor.

Prin utilizarea fasciculului laser dispersat la procesele de aplicare a apreturilor de neșifonabilizare, se reduce considerabil durata de condensare, fără să diminuieze valorile caracteristicilor fizico-mecanice ale materialelor textile.

Urmare a acțiunilor selective induse de laser, crește randamentul reacțiilor globale, motiv pentru care sînt întreprinse numeroase studii privind reacțiile selective corelate cu structura chimică a substanțelor și cu lungimea de undă a radiațiilor laser, deoarece se pot obține materiale textile rezistente la solvenții uzuali, în medii alcaline și acide. În plus, prin tratarea materialelor textile cu diferiți monomeri se pot obține vopsiri și tratamente de neșifonabilizare mult mai bune.

23.13. ECHIPAMENTE PENTRU MEDII DE PLASMĂ

23.13.1. Considerații generale

Plasma, considerată ca a patra stare a materiei, ca formă de manifestare, s-a aflat în natură în diferite forme : fulgere, foc, erupții incandescente ale vulcanilor stinși, spațiu interstelar, soare. În prezent, se cunoaște că în tuburile și baloanele incandescente sau luminiscente din sticlă, folosite la iluminatul public, se află plasme (produse prin descărcări electrice în gaze) și că în tehnică se folosesc mult dispozitive cu plasmă, cum sînt redresoare cu vapori de mercur, gazotroane, tiratroane; de asemenea, jeturi incandescente ale avioanelor cu reacție sau ale rachetelor purtătoare reprezintă diferite forme de plasmă.

Mediile de plasmă reprezintă un sistem fizic cvasineutru din punct de vedere electric, în componența căreia intră particule pozitive, negative, neutre și fotoni. Particulele pozitive sînt întotdeauna ionii atomici sau moleculari, iar cele negative de obicei electroni. Ionii negativi, formați în urma atașării electronilor la atomi sau molecule, se întîlnesc mai rar și au o importanță secundară. Particulele neutre sînt atomii sau mo-

leculele care se pot afla fie în stare fundamentală, fie în diferite stări excitate. Dezexscitarea acestora conduce la formarea fotonilor din volumul plasmei.

Gradul de ionizare diferă foarte mult de la o plasmă la alta. El este foarte mic pentru plasmele „reci" de laborator, specifice finisării textile, obținute în unele descărcări luminiscente și foarte aproape de unitate pentru plasmele fierbinți, puternic ionizate, în care concentrația particulelor neutre este foarte mică față de concentrația ionilor.

Plasma complet ionizată se caracterizează prin absența totală a particulelor neutre, adică printr-un grad de ionizare egal cu unitatea. Acest tip de plasmă nu se poate utiliza în domeniul finisării textile, deoarece temperatura atinsă depășește temperatura de degradare a polimerilor.

Plasma reprezintă și cea mai înaltă stare energetică. Totuși, la temperaturi corespunzătoare unei energii de ordinul energiei de legătură a nucleonilor în nucleu (în medie 8 MeV/nucleon), s-ar putea obține o a cincea stare de agregare a substanței — gazul nucleonic.

23.13.2. Transferul de masă și de căldură în mediile de plasmă de joasă temperatură

Utilizate pentru reacții chimice, care conțin o mare varietate de specii atomice și moleculare, electroni și fotoni de mare energie, plasmele reprezintă o simbioză a unor fenomene complete, fizice și chimice inseparabile în anticiparea aspectelor practice de finisare a materialelor textile. Din punct de vedere fizic, plasmele de joasă temperatură sînt studiate prin prisma teoriei cinetice a gazelor, ca urmare a faptului că ciocnirile dintre particulele existente în aceste sisteme, reprezintă baza celor mai multor procese specifice acestor medii. Atunci cînd rezultatele calculate sînt în dezacord cu efectele practice scontate, intervine mecanica cuantică, deoarece principala caracteristică a unei plasme este prezența în mediul gazos a sarcinilor electrice libere. Între oricare două sarcini electrice apar interacțiuni columbiene. Astfel nu se mai poate vorbi de ciocniri cu rază scurtă de interacțiune ca între punctele materiale ale modelului cinetic ale gazului ideal, iar principiile elementare, care caracterizează ciocnirile dintre particule se bazează pe : conservarea masei, energiei, sarcinii și a momentului.

Dacă un fascicul de particule cade asupra unei particule reper, secțiunea eficace elementară de interacțiuni este definită ca fiind numărul de particule împrăștiate într-un unghi și reprezintă probabilitatea de producere a unei reacții în urma ciocnirii dintre două particule.

Starea plasmatică se poate realiza prin acțiunea temperaturilor înalte, a cîmpurilor magnetice puternice sau prin descărcări electrice în gaze. Speciile active cele mai importante, care iau naștere în condițiile generării plasmei sînt : electroni, ioni pozitivi și negativi, particule excitate. Acțiunea acestor specii active asupra materialelor este în parte similară cu aceea a radiațiilor ionizante. Plasma acționează numai la suprafața fibrelor, grosimea stratului afectat fiind mult mai mică decît în cazul acțiunii altor energii penetrante. Prin urmare, tratamentele în plasmă devin un mijloc ideal de modificare a proprietăților superficiale ale fibrelor.

Plasma de joasă temperatură diferă de alte radiații prin acțiunea limitată asupra suprafeței polimerului și prin intensitatea mult mai mare asupra suprafeței.

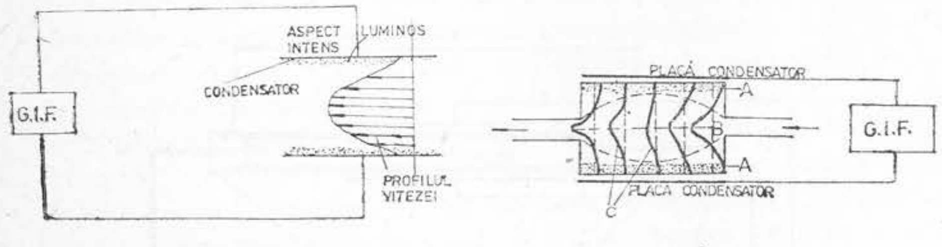
Ca factor care provoacă modificări importante a caracteristicilor suprafeței fără a modifica proprietățile specifice polimerului, determinate de volumul acestuia, plasma de joasă temperatură este un mijloc ideal pentru modificări de suprafață asupra materialelor textile.

Indiferent de forma constructivă a reactorului și electrozilor, principalii parametri care controlează formarea plasmei sînt: compoziția și presiunea gazului și puterea disipată pe electrozi. Modificarea morfologică a suprafeței polimerului este relativ complicată deoarece reacțiilor superficiale de reticulare și degradare li se adaugă și alte fenomene cum sînt recristalizarea și topirea locală. Modificările morfologice ale suprafeței sînt exclusiv dependente de: felul gazului, intensitatea energiei furnizate și frecvența curentului folosit pentru excitație.

23.13.3. Procese dinamice în plasmele de joasă temperatură

În generarea și utilizarea plasmelor apar fenomene specifice de curgere a fluidului prin incinta de reacție, fenomene care determină o anumită distribuție a particulelor sistemului cu implicații majore în exploatarea practică a acestor medii.

În fig. 632, *a* este prezentată schema de curgere a fluidului gazos prin reactor. Condensatorul de descărcare alimentat de la un generator electric de înaltă frecvență conține reactorul în interiorul căruia este creată o



a b

Fig. 632. Schema de curgere a fluidului gazos (*a*) și distribuția gazului în reactor (*b*).

presiune de ordinul 3—0,5 tori, cu ajutorul unei pompe de vid. Curentul de gaz existent, prezintă un profil caracteristic al vitezei și anume sub formă de parabolă. În cazul plasmelor de joasă temperatură, se utilizează presiuni joase încît valoarea criteriului Reynolds este sub 2100, regimul de curgere al gazului fiind întotdeauna laminar. Din determinările experimentale efectuate, intensitatea luminoasă a plasmei este mai mare în zona pereților reactorului decît în centrul acestuia. Datorită acestui fapt procentul de reacție de tip electron-moleculă în regiunile unde lumina este mai concentrată este considerabil mai mare decît în centrul secțiunii.

Drept model de studiu se consideră un reactor de plasmă cu un diametru constant la care sînt racordate tuburile de intrare și ieșire de diametru mic.

Datorită profilului parabolic al vitezei de curgere a gazului prin reactor apare o distribuție neuniformă a concentrațiilor speciilor active care se formează în descărcare și un gradient de temperatură. Astfel concentrația speciilor active este mai mare în zona pereților reactorului decît în zona mediană, respectiv efectul termic este majorat în centrul descărcării și scade pe măsura depărtării spre marginile tubului.

Transferul de energie dintre plasme și materialele textile are loc prin radiație și fluxul de particule neutre sau ionice. Din acest punct de vedere, radiațiile ultraviolete datorită energiei mari dezvoltate au ponderea cea mai mare privind modificările suprafeței polimerilor.

23.13.4. Considerații practice asupra echipamentelor de producerea plasmei

Se cunoaște că descărcarea se produce atunci cînd un tub, care conține gaz la o presiune suficient de joasă 0—5 Torr este așezat în interiorul unui solenoid sau între plăcile unui condensator prin care circulă un curent, de exemplu de înaltă frecvență.

Pentru instalația experimentală (fig. 633) s-a utilizat un generator de înaltă frecvență cu următoarele performanțe : puterea efectivă între

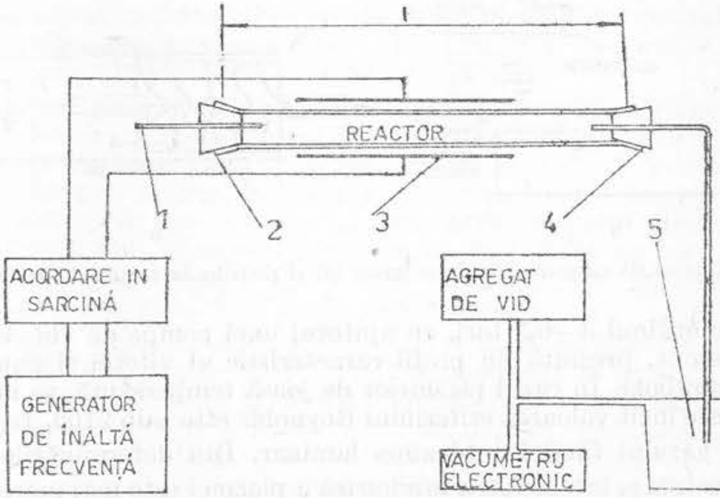


Fig. 633. Instalație cu plasmă :
1 — racord a... gaz ; 2, 4 — sistem de etanșare ; 3 — plăci condensator ; 5 — filtru vapori.

plăcile condensatorului 5 kW; frecvența 12,56 MHz. Performanțele de lucru ale generatorului: $I_a = 0-1\,200$ mA; $I_g = 0-200$ mA. Plăcile condensatorului au fost confecționate din tablă de aluminiu cu grosime de 1 mm și de formă pătratică cu latura de 400 mm, rotunjite la colțuri; plăcile au fost perforate din 20 în 20 mm cu orificii de 3 mm, distanța dintre plăci fiind reglabilă pe o cursă de 1—400 mm. S-au realizat presiunui joase de ordinul 10^{-1}-10^{-2} mm, coloană de mercur, cu un agregat de vid cu debit volumic de 20 l/s. Pentru măsurarea presiunii s-a folosit un tub de sticlă cu mercur în formă de U, iar pentru determinări experimentale un vacumetru electronic tip VTI.

Tensiunea electromotoare minimă care poate produce descărcarea este proporțională cu produsul dintre frecvența cîmpului electric și raza reactorului de plasmă. Experimentările efectuate pe instalație la o distanță de 50 mm între plăcile condensatorului, folosind drept gaz de lucru aerul, au relevat dependența tensiunii de amorsare față de presiunea de lucru. După amorsarea plasmei, tensiunea de lucru poate fi coborîtă între anumite limite fără stingerea plasmei. Acest lucru facilitează tratarea mostrelor textile în anumite medii de plasmă: amoniac, argon, aer, azot; pentru valori ale tensiunei de amorsare de la 215 pînă la 100 V presiunea variază între 2 și 10 torri.

În funcție de gazul existent în reactor și parametri de lucru ai instalației (tensiune electromotoare, frecvența curentului, presiune), efectul luminos variază. Unele elemente în evoluția aspectului luminos rămîn constante. Astfel, s-a observat pe mai multe tipuri de plasme că pentru o excitare puternică și presiune mică, apar inele succesive colorate, care se deplasează în mod constant spre unul din capetele reactorului. Inelele au o strălucire mai mică în zona centrală a reactorului, mărindu-se treptat spre pereții tubului. Pentru presiuni mici, tubul este invadat de lumină cu aspect continuu. S-a observat că, pentru gaze sau vapori de substanțe folosite uzual în finisarea textilă, culoarea caracteristică a luminii diferă: pentru aer — roșu cărămiziu pînă la violet; pentru amoniac — culoarea violet; pentru vapori de acetonă — albastru deschis; pentru alcool metilic — albastru cu inele albe; pentru soluție de Na_2CO_3 — alb violet; pentru apă — alb albăstrui; pentru soluție NaOH — galben portocaliu.

Unul dintre principalele efecte obținute în mediile de plasmă este efectul termic, a cărui evaluare oferă garanția menținerii intégrității suportului textil. În funcție de durata tratamentului (2—10 min), temperatura finală a gazului din reactor se modifică de la 79 la 36°C. Prin urmare, se pot obține temperaturi de lucru pentru mediile de plasmă și la valori sub 100°C, ceea ce oferă posibilitatea menținerii integrității oricărui suport textil, chiar și pentru cele ușor degradabile (lînă, celofibră);

factorul hotărîtor asupra efectului caloric este corelația dintre tensiunea electromotoare și presiunea reactorului de lucru. De menționat că plasme de temperaturi mai mari de 100°C se pot obține cu mare ușurință. În funcție de alegerea corectă a parametrilor plasmei, se poate obține o paletă largă de temperaturi.

Integritatea suportului textil apreciată prin GMP pentru probe de poliester 100% cu finețea de 4,7 Tex, a fost urmărită într-un amestec de fenol — tetraclorură de carbon în raport de 1 :1, evidențiind valori mai mari pentru fibrele p.e.s. tratate în plasmă, comparativ cu probele martor, ceea ce presupune că, în urma ruperilor lanțurilor macromoleculare apar frecvent reticulări, confirmate și prin valori mai mari ale TCD pentru fibrele p.e.s tratate în plasmă.

Materialele textile din fibre poliesterice tratate în plasmă de aer își măresc hidrofilia pînă la valori de 13—14 cm coloană de eozină/30 min, după care scad în timp, atingînd o valoare de echilibru mai mare decît a poliesterului netratat.

Valorile mai ridicate ale GMP-lui pentru fibrele poliesterice tratate în plasmă, confirmă că în urma ruperilor lanțurilor macromoleculare apar frecvent reticulări cu modificări masice. Apariția acestora este evidențiată prin corelarea GMP-lui cu timpul critic de dizolvare. Diminuarea TCD peste anumite durate de tratare în plasmă, presupune un efect de corodare preponderent, comparativ cu reacțiile de reticulare.

Formarea microradicalilor în plasmă modifică proprietățile electrice de suprafață în sensul creșterii capilarității, a hidrofiliei, creștere dependentă de durata tratamentului, care se modifică în timp pînă la o valoare de echilibru mai mare decît a probei martor. De asemenea este posibilă și diminuarea încărcării electrostatice a țesăturilor.

Palele de lînă tratate în plasmă își măresc capacitatea tinctorială pe seama efectului de corodare asupra stratului exocuticular precum și stabilitatea dimensională, ca urmare a modificării legăturii S—S din cistină.

Prin spectroscopie în IR, pentru unii aminoacizi, componenți ai fibrei de lînă s-au pus în evidență unele modificări structurale și de asemenea pentru fibrele de lînă tratate în mediu de plasmă, care au fost corelate cu indicii tensionali.

Din punct de vedere practic, utilizarea plasmei favorizează filarea lînii și de asemenea, micșorarea numărului de ruperi ale firelor la țesere, iar pentru procesele de finisare ulterioare tratării în plasmă, o stabilitate dimensională îmbunătățită a produselor textile și indici tensionali superiori. Plasma are și un efect de corodare superficială a fibrelor de lînă, datorită bombardamentului cu electroni sau cu particule excitate — specifice mediilor de plasmă — concretizată printr-o micșorare a diametrului mediu, pus în evidență prin testuri la aparatul Lanametru.

23.14. ECHIPAMENTE PENTRU TRATAREA MATERIALELOR TEXTILE CU AVALANȘE DE ELECTRONI

23.14.1. Probleme generale

Procedeul de iradiere cu electroni rapizi în prelucrarea polimerilor se află la început. Pentru acest tip de materiale, energia necesară producerii polimerizărilor este de $10^{1}-10^{3}$ W/cmp și durata de tratare de $10^{-2}-10^{-10}$ s. Durata scurtă de tratare, impune adoptarea instalațiilor care lucrează în flux continuu cu un randament ridicat (10^{2} m/min).

Prin utilizarea instalațiilor de iradiere cu electroni rapizi se urmărește obținerea unor importante avantaje : creșterea productivității ; micșorarea spațiului de amplasare ; multifuncționalitatea instalației în sensul că prin reglarea parametrilor de lucru — doza de iradiere, distanța față de suportul textil, viteza de lucru, suprafața de iradiere — să se poată folosi în scopuri multiple : uscări, polimerizări, termofixări, texturări ; eliminarea consumului de abur și a instalațiilor necesare ; prin focalizarea fascicolului incident se poate topi adezivul termoplastic — folosit pentru lierea nețesutelor cît și pentru obținerea textilelor metalizate (utilizate la imprimarea prin transfer).

Spre deosebire de instalații cu electroni rapizi, obținuți în condiție riguros controlate, instalațiile care generează avalanșe de electroni, si caracterizează prin aceea că, în procesele de ionizare predomină acest transportor de energie, alături de ionii pozitivi și molecule excitate. Avalanșele de electroni pot fi obținute în condiții tehnice relativ ușoare, prețul de cost al instalației fiind destul de scăzut.

Din punct de vedere tehnologic, prin prelucrarea cu avalanșe de electroni se pot obține următoarele efecte :

— modificări de suprafață ale polimerilor fibrosi (cratere, fisuri) și, ca urmare, creșterea aderenței dintre fibre, fire cît și a peliculelor aplicate pe suportul textil ;

— sensibilizare chimică, în sensul că, în funcție de efectul de ionizare (pozitiv sau negativ) fibrele de natură diferită, deci în amestec, ajung a același potențial de suprafață, și ca atare, vor fi caracterizate printr-un potențial constant față de anumiți ioni din soluție.

23.14.2. Efecte în coroană

Descărcarea electrică autonomă, numită și „efect de coroană” se poate observa atunci cînd gazul este supus unui cîmp electric foarte întins și neomogen și se găsește la presiuni relativ mari (de ordinul unei atmosfere).

La o anumită valoare a cîmpului electric — pentru aer la presiunea atmosferică şi temperatura de 20°C, $E = 3 \cdot 10^6$ W/m — o regiune miez din jurul firului devine luminoasă (în jurul vîrfului, cu forma unei coroane) şi prin circuit apare un curent electric.

Cînd tensiunea aplicată celor doi electrozi creşte, intensitatea curentului ca şi grosimea stratului luminos cresc de asemenea.

Descărcarea poate fi negativă sau pozitivă după cum electrodul de rază de curbură mică este conectat la polul negativ sau pozitiv.

Efectul de coroană începe în momentul în care la suprafaţa firului (vîrfului) electrizat de exemplu negativ, intensitatea cîmpului electric atinge valoarea cîmpului de străpungere; atunci iau naştere avalanşe de electroni, care se deplasează de la fir spre electrodul al doilea.

Cum intensitatea cîmpului scade cu distanţa de la fir, aceste avalanşe nu străbat stratul de gaz dintre cei doi electrozi ci se întrerup la oarecare distanţă de fir, care este egală tocmai cu grosimea coroanei. Coroana este luminată, datorită fenomenelor de ionizare şi excitării a atomilor care au loc în regiunea pe care o ocupă, datorită prezenţei cîmpului electric intens.

Electronii care depăşesc coroana se ataşează la atomii neutrii ai gazului; astfel, dincolo de limitele coroanei se formează un singur fel de ioni, care în cazul considerat sînt negativi. În această regiune, descărcarea este neautonomă; aici purtătorii de sarcini au energii mici şi nu produc nici ionizări, nici excitări.

Dacă ambii electrozi au raze de curbură mici — două fire sau două vîrfuri la distanţe mari unul de altul — descărcarea în coroană pozitivă sau negativă devine dipolară, între cei doi electrozi, fiind o zonă neutră.

Cînd coroana este pozitivă avalanşa de electroni se formează la suprafaţa exterioară a coroanei, îndreptîndu-se spre fir. În acest caz, dincolo de limitele coroanei se găsesc ioni pozitivi. Deseori efectul de coroană nu este convenabil, de exemplu, în cazul tensiunilor înalte, cînd se folosesc conductori cu raze de curbură mică.

Pentru a se evita disiparea de energie, prin efectul de coroană, care nu este neglijabilă, se folosesc conductoare gazoase sau tuburi de diametre suficient de mari. În aceste condiţii descărcarea în coroană poate trece la descărcarea în scînteie. Pentru ca să nu apară scîntei este necesar ca electrozii să fie plasaţi într-un vid foarte bun sau trebuie lucrat la o presiune mare într-un gaz greu ionizabil (ca şi în cazul maşinilor electrostatice de înaltă tensiune).

Coroana este definită incomplet concentrarea sarcinilor electrice provenite din ionizarea mediului lîngă electrozii de mare curbură, alimentaţi la tensiuni mari (fig. 634). Distanţa mare dintre electrozi cît şi

curbura mare a acestora conduce la apariţia unui cimp electric neuniform în lungul liniilor de cimp. La micşorarea raportului dintre tensiune şi dis-stanţă şi distanţa dintre electrozi, apare fenomenul de transport, respectiv arcul de descărcare (fig. 635). Concentrarea sarcinilor în apropierea

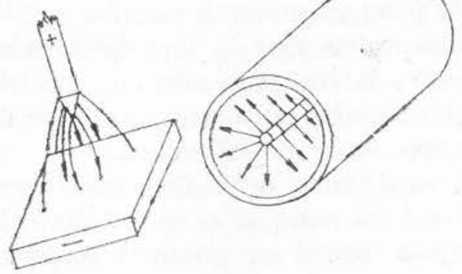


Fig. 634. Descărcare corona de tip vîrf plan : *a* — cu electrod ascuţit ; *b* — cu electrod fir.

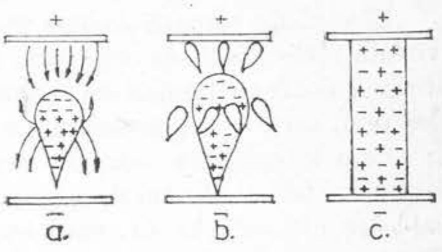


Fig. 635. Orientarea avalanşei de electroni : *a* — iniţiere ; *b* — dezvoltare ; *c* — degenerare în canal a unui strimer.

electrozilor conduce la numeroase luminiscenţe în zona exterioară, de unde şi denumirea de „descărcare coroană" sau mai simplu „coroana". Pînă în momentul de faţă, descărcarea coroană pare a fi mijlocul cel mai eficace de producere a sarcinilor electrice de polaritate dorită şi de valoare controlată. În cazul electrozilor de vîrf-plan pot exista două mecanisme diferite de producerea sarcinilor, funcţie de modul cum sînt conectaţi cei doi electrozi la sursa exterioară de tensiune. Dacă vîrful, joacă rolul de catod, descărcarea se numeşte negativă, iar dacă vîrful joacă rol de anod, descărcarea se numeşte pozitivă. În cele două tipuri de descărcare au loc următoarele procese principale :

— la descărcarea negativă ionii sînt acceleraţi puternic în cimpul electric din vecinătatea catodului şi, ajungînd pe suprafaţa lui, vor produce electroni prin procese γ. Electronii extraşi vor fi la rîndul lor acceleraţi puternic spre anod şi tot în vecinătatea catodului vor produce ionizări şi excitări, multiplicîndu-se exponenţial, adică sub formă de avalanşe. Acest lucru face ca în jurul catodului să apară o luminozitate specifică dată de coroană ;

— la descărcarea pozitivă cîmpul electric intens este la anod. Electronii vor fi acceleraţi puternic într-o regiune mică din faţa anodului şi vor produce ionizări şi excitări ale atomilor gazului. Ionii formaţi şi fotonii emişi de atomii excitaţi care ajung la catod, vor produce emisie de electroni prin procese α şi γ şi fotoemisie prin efect coroana, predominînd o lumină în jurul anodului.

Deoarece în descărcările coroana procesele α şi γ sînt responsabile de producerea sarcinilor, caracteristica de aprindere este de forma curbelor specifice descărcărilor luminiscente.

Deosebirile dintre caracteristicile de aprindere ale celor două tipuri de descărcări luminiscente şi coroana, rezultă din faptul că, în cazul coroana sînt puternic neuniforme. Prezenţa cîmpurilor electrice intense din vecinătatea electrozilor de suprafaţă mică permite producerea de sarcini prin procese α, chiar dacă presiunea gazului dintre electrozi devine mult mai mare decît în cazul descărcărilor luminiscente. Prin urmare, principala deosebire dintre coroana pozitivă şi cea negativă constă în condiţiile de realizare prin legarea diferită a sursei la suprafaţa electrodului. La coroana negativă, electronii sînt trimişi spre anod şi repede formează ioni negativi prin trecerea acestora în mediu de transport iar speciile pozitive se mişcă cu viteze nu prea mari şi se neutralizează. Prin schimbarea polarităţii coroanei se schimbă sensul de mers al ionilor. Aceste referiri s-au exemplificat în cazul electrozilor vîrf — plan. Dacă ambii electrozi au raze de curbură mici — două vîrfuri sau două fire — şi se află la o distanţe mare unul de altul, descărcarea în coroană, pozitivă sau negativă, devină dipolară, între cei doi electrozi fiind o zonă neutră. Coroana dipolară se caracterizează prin potenţial de ionizare mic şi intensitate mare a curentului dintre electrozi.

23.14.2.1. Tehnici de realizare ale descărcărilor corona

Pentru realizarea descărcării coroana, cît şi pentru analiza influenţei altor factori asupra descărcării (cum ar fi : geometria polilor, densitatea şi natura mediului transportor, umiditatea) trebuie să se ia în considerare starea suprafeţei electrozilor. Impurităţile şi neuniformităţile de prelucrare a electrodului constituie nucleie locale, preliminare, descărcărilor cu putere mică, neavind un caracter stabil. Acestea determină ca tensiunea de amorsare să aibă o valoare mare, care nu întotdeauna este aceeaşi. După apariţia primelor descărcări în mediu de transport, în cazul folosirii electrozilor cu caracteristicile menţionate mai sus, este necesar să se mărească suprafaţa luminiscentă a electrodului prin ridicarea tensiunii de alimentare, astfel încît să apară descărcări multiple care se însumează, producîndu-se mai uşor întreţinerea coroanei.

Valoarea tensiunii iniţiale sau a tensiunei de început a coroanei este dictată de natura suprafeţei electrozilor şi de impurităţile acesteia. Numai printr-o bună curăţire şi polizare a electrozilor se poate considera o tensiune critică de amorsare. În asemenea condiţii, la creşterea treptată a tensiunii, apare momentul neaşteptat de creşterea intensităţii curentului

dintre electrozi, electrodul activ luminează, auzindu-se zgomot, fenomene ce indică amorsarea coroana. În continuare, prin ridicarea tensiunii se mărește curentul, luminiscența se amplifică, tot electrodul devine luminiscent, apar descărcări în ciorchine și descărcarea devine autonomă. Curentul ce apare la noua tensiune depinde de rezistența sursei (potențialul de ionizare al mediului de transport).

23.14.2.2. Caracterizarea descărcării corona

În cîmpul coroana apar electroni și ioni pozitivi, pe lîngă alte fenomene cuantice. Multiplicarea sarcinilor este pusă pe seama ciocnirilor neelastice, ceea ce presupune modificarea stării cuantice a cel puțin a unuia dintre partenerii de reacție, adică energia internă este diferită de zero. Procesele neelastice din coroana pot fi exemplificate astfel:

— excitarea sau ionizarea atomilor și moleculelor prin ciocnire electronică;

— fotoexcitare și ionizare.

Procesele directe caracterizate prin creșterea energiei interne în urma ciocnirii îmbracă și forme reversibile, adică devin indirecte și ca urmare energia internă în urma ciocnirii scade.

În descărcarea corona, electronii accelerați sînt promotorii reacțiilor de ionizare. Pentru un fascicol de electroni de anumită concentrație și viteză, care traversează o anumită distanță într-un gaz atomic sau molecular, datorită ciocnirilor care au loc, concentrația lor va scădea.

Atît scăderea concentrației electronilor cît și variația densității curentului depind de probabilitatea de ciocnire a electronilor cu mediul de transport. Aceeași lege de atenuare suferă și fascicolul de fotoni emiși în procesul coroana.

Dacă energia cinetică a electronilor emiși este mai mică decît diferența dintre energia stării excitate cea mai joasă și energia stării fundamentale a atomilor care formează mediul de transport, atunci la interacțiunea electron-atom pot avea loc numai ciocniri elastice.

În descărcarea corona pe lîngă procesele menționate mai pot avea loc:

Ionizări ale atomilor excitați. Atomii excitați prezintă secțiune eficace mult mai mare pentru electronii incidenți. De asemenea, ionizarea începe la energii mai joase ale electronilor, energia de excitare a atomilor excitați fiind mai mică cu energia de excitare a stării respective față de energia de ionizare a atomului în stare fundamentală. Ionizarea atomilor excitați poate avea loc, de asemenea și în urma absorbției unei cuante de radiație.

Ionizări multiple prin ciocnire elastică. Îndepărtarea unui electron din atom prin ionizare simplă, lasă restul atomic cu o sarcină pozitivă netă +e, astfel că smulgerea a încă unui electron necesită energie mult mai mare. Mai mult, deoarece sarcina nucleară+ Ze este mai puțin ecranată de păturile electronice rămase, raza orbitalului atomic scade, deci și secțiunea : secțiunea de ionizare dublă și triplă este de aproximativ $1/2^2$, respectiv $1/3^2$ ori mai mică decît pentru ionizarea simplă. Electronii de energie foarte mare (10^4 eV) pot scoate electronii direct din păturile interne, conducînd în consecință, la emisia de raze X.

Autoionizări. În anumite condiții (densitate de curent electronic mare), este posibil ca mulți electroni atomici să fie ridicați în stări excitate. Energiile de excitare ale unui atom deja excitat, sint în general mult mai ridicate; de exemplu cel mai jos nivel de excitare se găsește la mai mult decît dublu față de un atom neexcitat. Dacă un al doilea electron este excitat din starea fundamentală pe unul din aceste nivele supraexcitate, energia totală a atomului dublu excitat poate fi mai mare decît energia de ionizare, eVi a atomului normal. Cei doi electroni pot cădea în starea fundamentală cu emiterea unei singure cuante de radiație sau un electron cade în starea fundamentală, iar al doilea electron părăsește atomul cu anumită energie cinetică; acest ultim proces se numește autoionizare. Procesul de autoionizare poate avea loc și în urma absorbției unei cuante de radiație.

Ciocniri supraelastice. Rolul metastabililor. Ciocnirea dintre doi atomi excitați sau între un atom excitat și o altă particulă poate conduce la dezexcitarea atomilor cu transferul corespunzător al energiei interne în energie cinetică a particulelor rezultante. Astfel de procese inverse, poartă numele de ciocniri supraelastice, în urma cărora energia cinetică a electronului după ciocnire crește cu energia eliberată la dezexcitarea atomului. Atomii metastabili, avînd timp de viață lung deci concentrații mari, joacă un rol important în ciocnirile supraelastice.

Stările metastabile, atomice sau moleculare, sînt stări excitate cu timp de viață mare, tranzițiile spontane pe una din stările de energie inferioară fiind interzise de una sau mai multe reguli de selecție.

Un astfel de sistem atomic excitat reprezintă un fel de „rezervor de energie" de ordinul 1—20 eV. Această energie nu poate fi pierdută prin radiație, dar poate fi cedată la ciocnirea cu altă particulă, ceea ce permite activarea unor reacții chimice.

Într-o ciocnire metastabilă, atomul metastabil poate :

— să primească energie, trecînd astfel într-o stare excitată mai înaltă sau în stare ionizată;

— să cedeze energia sa de excitare la ciocnirea cu altă particulă care poate fi excitată, ionizată, disociată sau accelerată;

— să se asocieze cu un partener de ciocnire pentru a forma o moleculă sau un ion complet.

Prin urmare, grupul de factori care pot influenţa descărcarea corona sînt: distanţa dintre electrozi; forma şi natura electrozilor; potenţialul de lucru (intensitatea şi tensiunea); caracteristicile mediului de transport (presiune, temperatură, densitate) şi natura lui.

Pentru a mări eficacitatea procesului, cît şi pentru a putea fi adaptat la o anumită fază tehnologică de finisare a produselor textile, se cer rezolvate tehnic următoarele aspecte:

— conducerea procesului astfel încît să se obţină cu preponderenţă, un anumit tip de sarcini electrice;

— începutul corona să aibă loc la un potenţial coborît;

— posibilitatea de reglare a intensităţii curentului coroana;

— dozarea gazelor cu efect metastabil între anumite limite.

23.14.2.3. Interacţiunea electronilor cu substanţa

Sursele artificiale cu electroni emit un spectru monoenergetic care la interacţiunea cu substanţa, determină modificări ca urmare a ciocnirilor cu electronii de pe învelişul exterior al atomilor mediului absorbant. Ca urmare, electronii de valenţă sînt ridicaţi pe nivele energetice superioare ceea ce determină excitarea atomului, sau se produce expulzarea şi atunci atomul devine ion pozitiv.

Datorită faptului că este posibilă expulzarea unui electron şi ocuparea locului gol cu un altul de pe un strat imediat inferior, procesul este însoţit de emisia unui foton X, cu o penetrabilitate mult mai mare (fig. 636). Electronii expulzaţi, cu o energie mult mai mică decît a celor pri-

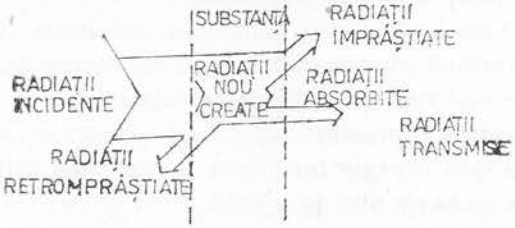


Fig. 636. Schema generală a procesului de atenuare.

mari, interacţionează cu electroni exteriori ale altor atomi, producînd fenomene de ionizare şi excitare. Numărul electronilor secundari este mult mai mare decît al electronilor primari şi ca urmare vor avea loc interacţiuni în avalanşe.

Pe lîngă interacţiunile electron — electron au loc şi interacţiuni electron — nucleu, în urma cărora se transferă cantităţi mari de energie (un electron primar de 100 keV va transfera unui atom de hidrogen 220 eV unui atom de argon 20 eV, suficient pentru a se rupe legătura).

Frecvent, au loc procese de împrăştiere a electronilor, fenomen care predomină la elementele cu număr de ordine în sistemul periodic Z (mare), iar pentru elemente cu z (mic) retroîmprăştierea este neglijabilă.

Datorită faptului că au loc împrăştieri multiple, adîncimea de pătrundere a electronului depinde de parcursul real măsurat experimental.

Pentru energii mai mari, parcursul electronilor va fi mai mic atunci cînd aceştia interacţionează cu cîmpul columbian al atomilor grei datorită frînărilor şi devierilor, rezultînd o radiaţie de frînare — fotoni X — caracterizaţi printr-o penetrabilitate mai mare şi o energie mai mică.

Fasciculul de electroni monocinetici pierde energie la trecerea sa prin substanţă prin : împrăştiere, excitări, ionizări, electroni secundari.

Prin urmare, un fascicul de electroni monocinetici, trecînd printr-un strat absorbant de grosime x, scade în intensitate pe măsură ce străbate straturi mai groase, conform relaţiei :

$$I = I_0 e^{-ux},$$

în care : I şi I_0 sînt intensităţile fascicolului de electroni înainte şi după trecerea lui prin stratul de grosime x, iar u este coeficientul linear de absorbţie, exprimat în cm^{-1}.

23.14.2.4. Efecte termice multiple în zona de iradiere

Datorită bombardării mediului de reacţie cu electroni are loc ionizarea mediului, temperatura acestuia ridicîndu-se în funcţie de iradiere şi de presiune. Datorită temperaturii ridicate, mai cu seamă a electronilor, care la presiune atmosferică pot atinge 10^3-10^5 °K, are loc încălzirea materialului supus iradierii prin convecţie (mediu — material textil) şi radiaţie (IR, X). Astfel, în urma transferului de căldură multiplu se poate ajunge la temperatura de tranziţie a polimerului, caracterizată prin mişcări ale segmentelor macromoleculare, în special din zona amorfă şi de tranziţie, cu un număr de 15—20 atomi de carbon.

Sub acţiunea cîmpului electric, la temperatura de tranziţie de ordinul doi are loc o orientare a lanţurilor macromoleculare, datorită polarizabilităţii unităţilor cinetice şi a momentului de dipol indus, determinată în cea mai mare măsură de structura polimerului.

Al treilea factor termic, electronii, la impactul cu suprafaţa substanţei produc cratere a căror adîncime depinde de energia incidentă a acestora. Atomii excitaţi, atunci cînd revin la starea fundamentală transferă energie calorică şi radiaţii în mediu.

În drumul lor, electronii produc ionizarea mediului prin formarea de specii active care acţionează asupra suprafeţei polimerului modificîndu-i suprafaţa.

Speciile active formate conduc la reticularea polimerului sau la degradare, cu implicaţii asupra indicilor fizico-mecanici şi a timpului critic de dizolvare.

Caracterul predominant al unuia dintre efectele menţionate depinde de alegerea parametrilor de lucru, cum ar fi : densitatea de iradiere, lungimea activă a cîmpului de iradiere, viteza de deplasare a materialului textil, distanţa faţă de elementul activ de generare a electronilor, presiunea mediului de iradiere şi compoziţia lui etc.

23.14.3. Echipamente de iradiere

23.14.3.1. Instalaţia de iradiere a firelor

Instalaţia (fig. 637) este formată dintr-un generator de înaltă tensiune *1* deasupra căruia este amplasată o cameră de iradiere *2*, în poziţie orizontală sau verticală şi lateral un panou de comandă şi control *3*. Camera de iradiere (fig. 637, *a*) este prevăzută cu un capac *4* la a cărei închidere se acţionează asupra unui sistem de protecţie *5*. În camera de iradiere sînt amplasaţi doi electrozi coaxiali, unul fiind alimentat de la generatorul de înaltă tensiune prin intermediul unei rezistenţe de protecţie şi a conductorului de înaltă tensiune.

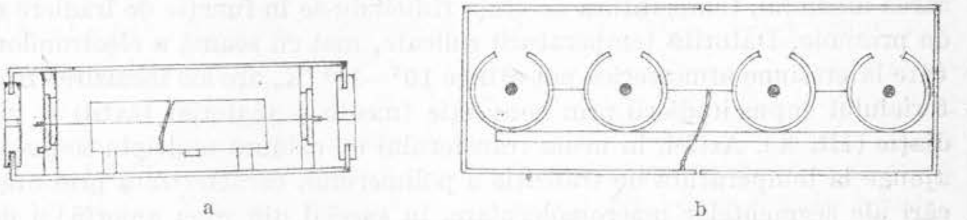


Fig. 637. Instalaţie de iradiere :
a — secţiune transversală prin camera de iradiere ; *b* — secţiune longitudinală prin camera de iradiere.

Al doilea electrod este scurtcircuitat la pămînt printr-un conductor şi este fixat în camera de iradiere prin intermediul unor suporturi izolatoare. Electrodul central este fixat pe elemente de ghidare în care sînt practicate canale cu rol de ghidare a firelor la aceeaşi distanţă faţă de electrodul central. Elementele de ghidare sînt fixate în camera de iradiere prin intermediul unor suporturi izolatoare.

La intrare și ieșire firele sînt trecute prin inele de porțelan (cîte o pereche pentru fiecare sistem de electrozi montați în pereții laterali ai camerii de iradiere). Firele filamentare din fibre sintetice sînt antrenate pe următorul traseu: inelul de porțelan, canalele din elementul de ghidare, spațiul dintre cei doi electrozi, canalele din elementul de ghidare și apoi al doilea inel de porțelan.

Blocul de comandă și reglaj se alimentează cu energie electrică din care este alimentat generatorul de înaltă tensiune numai dacă: este stabilit contactul cu capacul camerii de iradiere și cu sistemul de protecție, operator; veghetorii de fire indică prezența fiecărui fir în camera de iradiere; umiditatea din camera de iradiere este cea prestabilită.

Concomitent cu antrenarea firelor, se comandă un întrerupător de înaltă tensiune avînd loc procesul de iradiere.

La oprirea mișcării firelor, eventual a unui singur fir, printr-un sistem de veghetori a blocului de comandă se întrerupe alimentarea cu înaltă tensiune.

Parametrii de lucru (umiditatea, viteza de trecere a firelor, valoarea înaltei tensiuni, lungimea activă de iradiere, valoarea intensității curentului de înaltă tensiune, distanța dintre electrozi) se aleg în funcție de natura suportului textil supus iradierii și de crearea condițiilor pentru evitarea străpungerilor electrice.

Pe asemenea instalații au fost supuse iradierii cu electroni fire textile filamentare pe bază de poli (etilen tereftalat), poli (etilenadipamidă) și poli (acrilonitril), urmărindu-se pentru o lungime activă a cîmpului de iradiere de 800 mm influența următorilor parametri: numărul de treceri prin zona de iradiere; viteza de transport a materialului la o singură trecere prin zona de iradiere; efectul tratamentelor chimice postiradiere.

Pe probele iradiate s-au determinat indicii fizico-mecanici și diferența de culoare a vopsirilor efectuate cu clasele de coloranți specifice fiecărui tip de fibră, precum și modificarea raportului cristalin — amorf și dimensiunea medie a cristalitelor prin difracția de raze X.

Prin aplicarea iradierii cu electroni prin efect corona firele au fost supuse concomitent acțiunii termice, cîmpului electric și radiațiilor corpusculare, care au condus la modificarea indicilor fizico-mecanici și a caracteristicilor tinctoriale.

Pentru firele pe bază de polietilentereftalat s-a obținut o creștere a indicilor fizico-mecanici și, concomitent a caracteristicilor tinctoriale.

În urma vopsirii polietilentereftalatului cu coloranți de dispersie, fără acceleratori, a apărut o nivelare a indicilor fizico-mecanici.

La dublarea lungimii de iradiere este posibilă vopsirea în prezență de acceleratori, menținîndu-se indicii mecanici și activîndu-se tinctorial suportul textil.

În urma impregnării în soluții ce conțin NaOCl, indicii fizico-mecanici și caracteristicile tinctoriale ating valori maxime.

Pentru poliamida 6, creșterile maxime ale indicilor fizico-mecanici se obțin la viteza de deplasare a firelor de 40 m/min.

Dintre tratamentele ulterioare aplicate pe poliamidă 6, numai prin impregnarea cu NaOCl se îmbunătățesc indicii fizico-mecanici.

Poliacrilonitrilul prezintă maxime ale indicilor fizico-mecanici la viteze mici de iradiere, iar tratamentele postiradiere nu afectează prea mult indicii fizico-mecanici și caracteristicile tinctoriale.

23.14.3.2. Instalația de iradiere pentru foi de materiale textile

Prin prelucrarea foilor pe bază de polimeri are loc o acțiune de corodare care mărește adezivitatea.

Sistemul de electrozi. Instalația (fig. 638) cuprinde pentru tratarea unei fețe a materialului un electrod central pasiv legat la punctul de nul acoperit cu o folie conductibilă electric. Folia conductibilă are rolul de a conduce prin transfer de sarcini, curentul care apare la suprafața electrodului și totodată de a evita apariția strimerilor (avalanșelor de electroni).

Electrodul pasiv este înconjurat la o distanță reglabilă de electrozii activi, care sînt așezați la 90° unul față de altul. Un electrod activ este confecționat dintr-o bară de cupru de 10 mm diametru, în care s-au in-

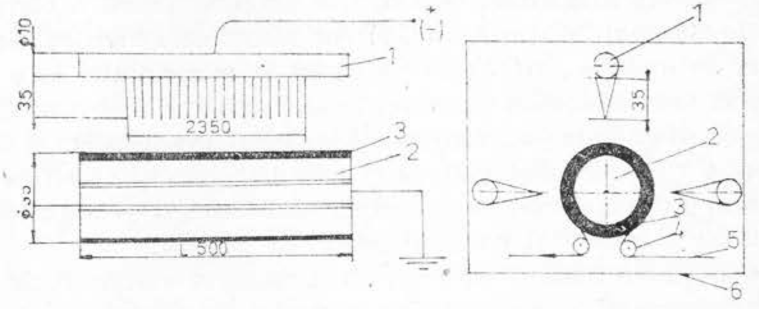


Fig. 638. Amplasarea electrozilor în camera de ionizare:
1 — electrodactiv; *2* — electrod pasiv; *3* — iradiație conductibilă; *4* — role de conducere; *5* — material textil; *6* — camera de ionizare.

trodus vîrfurile de descărcare cu lungimea de 35 mm. Acestea se întind pe o distanță de 70% din lungimea electrodului pasiv. Fiecare electrod activ este alimentat de la generatorul de înaltă tensiune.

Materialul textil, în timpul tratării cu avalanșe de electroni înfășoară electrodul central pe o suprafață cît mai mare prin intermeiul rolelor de conducere.

În scopul tratării celeilalte părți a foii de țesătură se folosește o amplasare identică a electrozilor, întregul sistem fiind rotit cu 180°.

Pentru obținerea unui tratament uniform pe întreaga lățime a foii de țesătură, electrozii activi au o așezare intercalată, astfel încît un vîrf de descărcare al electrodului activ să fie orientat între două vîrfuri ce aparțin electrodului anterior și posterior.

Camerele de ionizare și preionizare. Sistemul de electrozi este amplasat într-o cameră de ionizare (fig. 639) confecționată din plexiglas. Camera de ionizare este prevăzută cu fante de intrare și ieșire a materialului

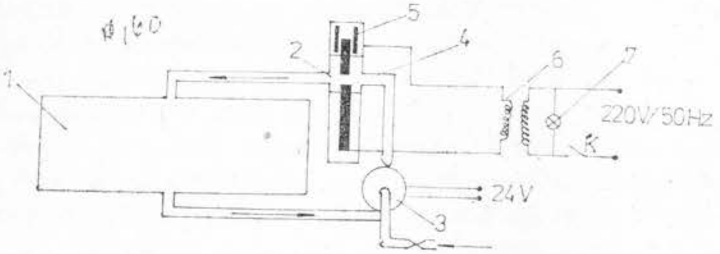


Fig. 639. Sistemul de amorsare corona:
1 — camera de ionizare; *2* camera de preionizare; *3* — ventilator; *4* — electrozi; *5* — bobina de inducție; *6* — stabilizator de tensiune.

textil și cu racorduri de legătură cu camera de preionizare. Prin construcția sa, camera de ionizare asigură protecția față de mediul înconjurător, ținîndu-se seama de faptul că electrozii din incintă sînt alimentați la înaltă tensiune.

Pentru amorsarea descărcării corona, camera de ionizare este alimentată cu specii active, care se obțin în camera de preionizare între vîrfurile unui sistem de electrozi din cărbune, alimentat la tensiunea de 160 V și 12 A. Distanța dintre electrozii de preionizare, în scopul menținerii arcului electric, este menținută constantă prin intermediul unor bobine de inducție. În timpul funcționării generatorului de arc, un transformator asigură tensiunea constantă.

Un ventilator poate alimenta camera de ionizare cu specii active prin mai multe variante: recircularea mediului de transport din camera de ionizare; vehicularea monomerilor gazoși din incinte închise; alimentarea directă a arcului dintre electrozi cu aer.

Generatorul de înaltă tensiune. Generatorul furnizează o tensiune de 50 kV și intensitatea de 100 mA și asigură astfel condițiile necesare realizării efectului corona în mediu de aer. De la generatorul de înaltă tensiune se realizează legătura cu electrozii activi prin intermediul cablului de înaltă tensiune (fig. 640).

Sistemul de antrenare mecanică a materialului textil. Acest sistem cuprinde : motorul electric, reductorul şurub melc-roată melcată şi transmisia prin curea trapezoidală (fig. 641).

Materialul textil — antrenat de rola conducătoare prin camera de ionizare — poate fi prelucrat în două variante : cu imersare prealabilă ; cu imersare după tratamentul de ionizare.

Aplicarea tratamentului cu avalanşe de electroni deschide noi posibilităţi de îmbunătăţire a tehnologiilor de finisare a materialelor textile.

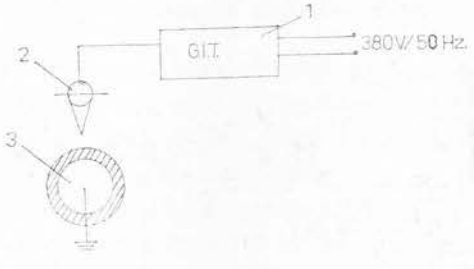


Fig. 640. Schema generală de alimentare cu înaltă tensiune : 1 — generator de înaltă tensiune ; 2 — electrod activ ; 3 — electrod pasiv.

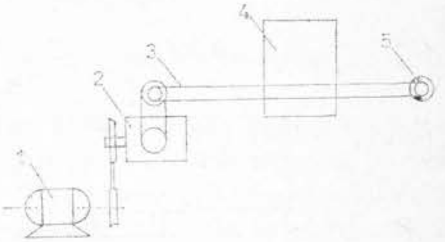


Fig. 641. Sistemul mecanic de antrenare : 1 — motor electric ; 2 — reductor 1 :5 ; 3 — — curea ; 4 — cameră de ionizare ; 5 — role de conducere cu material textil.

În funcţie de alegerea parametrilor de lucru; se poate obţine o sensibilizare chimică a polimerilor fibroşi.

Prin aplicarea iradierii cu electroni se îmbunătăţesc indicii tensionali cu 10—30%, concomitent cu creşterea diferenţei de culoare cu 10—20 unităţi AN, precum şi modificări ale raportului cristalin-amorf în funcţie de varianta de tratare.

23.15. Echipamente pentru aplicarea radiaţiilor gama

Bazate pe acţiunea purtătorilor de energie ridicată, tehnologiile moderne de iradiere — cu radiaţii gama, avalanşe de electroni, neutroni rapizi şi radiaţiile electromagnetice cu surse laser cu diferite lungimi de undă — asigură performanţe elevate. Radiaţiile bogate în energie sînt caracterizate prin : putere de penetrare, propagare în toate direcţiile, capacitate de ionizare a substanţelor pe care le străbat şi posibilitatea de a suferi procese de atenuare în funcţie de grosimea, natura şi densitatea substanţelor străbătute. Procesele nucleare de dezintegrare constituie în prezent o sursă sigură de energie. Ele pot fi clasificate în procese α, β, γ,

fiecăreia fiindu-i caracteristică într-o măsură mai mare sau mai mică, proprietățile menționate mai sus. Energia eliberată în procesele nucleare considerîndu-se aceeași cantitate de substanță de ambele tipuri (radioactivă și chimică obișnuită), este de 10^6 ori mai mare decît energia necesară desfășurării reacțiilor chimice, fiind o sursă de energie de lungă durată.

23.15.1. Acțiunea radiațiilor gama asupra firelor de lînă

Se cunoaște că prin iradierea lînei cu o doză de 0,5 Mrad. se produce scăderea legăturilor de hidrogen și transversale cu 90%. Peste o anumită doză de iradiere (7,5—10 Mrad.) încep a se reface legăturile de reticulare. Deci, prin iradierea lînei cu doze mici energia de activare scade, iar viteza de reacție crește. Structura afînată, obținută în urma iradierii cu doze mici, poate fi stabilizată prin tratarea cu diferite săruri complexante.

Prin studiul influenței dozelor mici de iradiere (0—1 Mrad) asupra fibrelor de lînă pretratate cu diferite sisteme, săruri complexante — acizi organici, s-a urmărit tratarea în flux continuu, deci la durate scurte. Acizii, în particular cei organici, se caracterizează prin faptul că umflă diferit fibra de lînă și, ca atare, o face penetrabilă în mod diferit la agenții de complexare.

Pentru iradiere s-au folosit fibre de lînă tratate înainte de iradiere în diferite sisteme, săruri complecsante — acizi organici, în vederea prinderii unui ion metalic cu capacitate de complexare, între lanțurile macromoleculare la doze mici de iradiere (0,1—1 Mrad). Iradierea s-a realizat cu radiații gama, utilizîndu-se o sursă de 20 000 Curie, la doze de iradiere de 0,1 ; 0,5 ; 0,75 ; 1 Mrad. Pentru aceeași doză de iradiere și în mod simultan, s-au iradiat probe din mai multe variante de lucru. Pentru fiecare variantă de tratare s-au efectuat măsurători asupra diametrului mediu pe aparatul Lanametru. Prin analiza valorilor diametrului mediu s-a urmărit umflarea maximă a fibrei.

Caracteristicile tensionale pentru toate variantele cresc în urma iradierii, indicii fizico-mecanici îmbunătățindu-se, modificările mai pregnante depinzînd de sistemul de pretratare și de doza de iradiere.

Deși apar reticulări intermoleculare care duc la diminuarea accesibilității, pentru fibrele de lînă netratate la o doză de iradiere de 0,75 Mrad. se înregistrează un maxim al valorii diferenței de culoare.

În ansamblu, complecșii formați în urma iradierii conduc la modificarea structurii lînei. Din analiza difractometrică de raze X a rezultat că ordonarea lanțurilor macromoleculare, ca valoare relativă măsurată

prin aria difractogramei, este maximă la o doză de iradiere de 0,5 Mrad ;. cristalinitatea relativă, măsurată prin înălțimea corespunzătoare maximei de intensitate corespunde asemenea unor valori maxime pentru aceeași doză de iradiere de 0,75 Mrad. și de asemenea, textura măsurată prin deplasarea maximului de intensitate către unghiuri mai mici de 20° mai mici se obține la aceeași doză de iradiere de 0,75 Mrad.

Prin iradiere se îmbunătățesc capacitatea de vopsire și indicii fizico-mecanici.

Bibliografie

1. **Anton, I.** *Cavitația.* Vol. I. București Editura Academiei R.S.R. 1984.
2. **Bohățiel, T.** *Defectoscopie ultrasonică fizică și tehnică.* București, Editura Tehnică 1985.
3. **Cruceru, C.** *Supraconductibilitatea și aplicațiile ei.* București, Editura Științifică și Enciclopedică, 1988.
4. **Drăgan, O.** *Ultrasunetele de mari energii.* București, Editura Academiei R.S.R., 1983.
5. **Dumitrașcu, D.** *Laseri cu gaze.* București, Editura Academiei R.S.R., 1982.
6. **Frederik, R.** *Ultrasonic Engineering.* New York, London, Sydney, Mc. Graw Hill, 1965.
7. **Gerges, Simonet.** *Guide des Techniques de l'ennoblissement textile.* Paris, Lindustrie Textile, 1983.
8. **Gherbanovschi, N.** *Descărcarea inelară.* București, Editura Academiei R.S.R., 1983.
9. **Popescu, I.I.**, *Fizica plasmei și aplicații.* București, Editura Științifică și Enciclopedică, 1981.
10. **Popescu, I.ș.a.** *Aplicații ale laserilor.* Editura Tehnică, București, 1979.
11. **Peters, D.** *Magnetostrictive Materials.* Worksop, Londra, 1976.
12. **Rulea, C.** *Tehnica microundelor.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
11. **Sandu, D.D.** *Dispozitive electronice pentru microunde.* Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1982.
12. **Savii, Gh.** *Laserii. Aplicații in ingineria tehnologică.* Editura Facla, Timișoara, 1981.
13. **Tutoveanu, V.** *Electricitate și magnetism.* Editura Tehnică, București, 1985.
14. * * * Lucrările institutului de Cercetări Textile, București.
15. * * * Lucrările Institutului de Proiectări pentru I. U., București.
16. * * * Lucrările congreselor naționale și internaționale de chimie și ale coloriștilor și chimiștilor textiliști.
17. * * * Buletinul științific al I. P. Iași și Buletinul științific studențesc al I. P. Iași.
18. * * * Colecția de reviste de specialitate.
19. * * * Prospecte și cărți tehnice pentru aparatură de laborator și utilaje.
20. * * * Lucrările sesiunilor științifice. simpozioanelor naționale și internaționale.
21. * * * Lucrările științifice ale Secției de Tehnologie Chimică Textilă, din I. P. Iași.